

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



VISUALIZACIÓN ESTEREOSCÓPICA EN DISPOSITIVOS MÓVILES

JUAN PABLO RAVE SALINAS
1200759

TRABAJO DE GRADO

INGENIERO MULTIMEDIA
CHRISTIAN QUINTERO

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA EN MULTIMEDIA
BOGOTÁ
2012

Contenido

Índice de Tablas	4
Índice de Figuras	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Resumen	8
1. Introducción	10
2. Marco Referencial	12
2.1. Antecedentes Históricos	12
2.2. Marco Teórico.	14
2.2.1. Percepción Visual Humana	14
2.2.2. Visión Estereoscópica	16
2.2.2.1. Introducción	16
2.2.2.2. Visión estéreo pasiva	16
2.2.2.3. Visión estéreo activa.	17
2.2.2.4. Elementos fundamentales de la Visión Estereoscópica	17
2.2.2.5. Técnicas de percepción	19
2.2.2.5.1. Visión Libre	19
2.2.2.5.2. Visión por Proyección	22
2.2.2.5.3. Otras técnicas	22
2.2.2.6. Proceso de la visión estereoscópica	24
2.2.2.6.1. Adquisición de imágenes	25
2.2.2.6.2. Geometría del sistema	26
2.2.2.6.3. Extracción de características	27
2.2.2.6.4. Correspondencia de características	28
2.2.2.6.5. Obtención de la distancia	28
2.2.3. Dispositivos Móviles	28
2.2.3.1. Tipos de Dispositivos	29
2.2.3.2. Sistemas operativos para dispositivos móviles, Smartphones.	29
2.2.3.3. Sensores de los dispositivos móviles	30
2.2.4. Herramientas de desarrollo	31

3. Metodología.....	32
3.1. Planeación	32
3.2. Análisis	33
3.3. Análisis de plataforma de pruebas.	41
3.4. Diseño y Desarrollo	42
3.5. Evaluación.....	47
4. Resultados	48
5. Conclusiones.....	55
6. Bibliografía.....	56

Índice de Tablas

Tabla 1 Técnicas de Percepción Visual	34
Tabla 2 Sistema Operativo dispositivos Móviles.	34
Tabla 3 Android VS iOS.....	36
Tabla 4 Motor de Videojuegos.	37

Índice de Figuras

Imagen 1 Ojo Humano (Jauregui)	15
Imagen 2 Distancia Focal (Francisco Hernández Abad, 2002)	18
Imagen 3 Paralaje según la distancia (Marcos García Lorenzo).....	19
Imagen 4 Visión Paralela (PerLuis, 2008).	20
Imagen 5 Correspondencia de imágenes en la visión paralela (PerLuis, 2008).	20
Imagen 6 Visión Cruzada (PerLuis, 2008)	21
Imagen 7 Correspondencia de imágenes en la visión cruzada (PerLuis, 2008).	21
Imagen 8 Visión por Proyección.....	22
Imagen 9 Anáglifo y Polarizado (Francisco Jose Perales López, 2004).....	23
Imagen 10 Monitores Auto-Stero (Francisco Jose Perales López, 2004)	24
Imagen 11 Ejes Paralelos.....	26
Imagen 12 ejes Convergentes	27
Imagen 13 Ejes de Coordenadas de Android	38
Imagen 14 Orientation A. Landscape Left B. Portrait.....	39
Imagen 15 Movimiento Acelerómetro Landscape Left.....	40
Imagen 16 Movimiento Acelerómetro Portrait.	40
Imagen 17 Prueba Anáglifo	44
Imagen 18 Geometría del sistema	45
Imagen 20 Formulas Para la Distancia Z	46
Imagen 21 Desarrollo	48

Dedicatoria

A mis padres y hermanos

Agradecimientos

Quisiera agradecer a mis padres y hermanos por el cariño, confianza y apoyo brindado durante el desarrollo de mi carrera profesional y proyecto de grado, gracias a ellos me he formado con grandes valores éticos y morales, es por esto que quiero hacerlos sentir orgullosos, también quiero agradecer a mi director de proyecto de grado, por su apoyo y dedicación durante el desarrollo de este, además a mis compañeros por su consejos y su apoyo incondicional.

Resumen

La visión estereoscópica y los dispositivos móviles son dos fenómenos que han ido evolucionando a lo largo de los años y que ha cambiado nuestro estilo de vida y entretenimiento. La visión estereoscópica por un lado ha permitido tener mayor interacción en el cine y los videojuegos, su funcionamiento se basa en las diferentes imágenes que recibe cada ojo, es decir que cada uno de estos recibe la misma imagen que se esté enfoca pero con una pequeña diferencia en su posición vertical, por lo cual al cerrar un ojo notaríamos que la imagen ha cambiado ligeramente de posición. Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea y es gracias a nuestro cerebro que la información recibida se procesa y permite que diferenciamos entre distancias y volúmenes. Mientras que por otro lado los dispositivos móviles se han convertido en herramientas fundamentales las cuales nos permiten desde realizar llamadas hasta navegar por Internet, además muchos de estos dispositivos han permitido remplazar parcialmente a los ordenadores, ya que cuentan con algunas capacidad de procesamiento, conexión a redes, entre otros, lo que permite realizar actividades que normalmente haríamos en un ordenador. Al combinar estos dos grandes fenómenos se obtiene un nuevo concepto de desarrollo y entretenimiento, en el cual es de gran importancia aplicar las nuevas tecnologías con técnicas que permitan una mayor interactividad entre usuario y máquina.

En este trabajo se analiza y se evalúa la visión estereoscópica en dispositivos móviles, de tal forma que se genera una aplicación de prueba de bajo costo que permite ser instalada en cualquier dispositivo Android¹ con una versión igual o mayor a la 2.2 (Froyo) y con la cual el usuario puede percibir la profundidad de la escena. Esto se realiza con el fin de poder implementar este tipo de técnica en futuras aplicaciones para móviles.

El aspecto de mayor complejidad es lograr la inmersión del usuario en la escena, por lo cual se propone un aporte novedoso para contribuir a la inmersión del usuario por medio del sensor acelerómetro, el cual permite identificar físicas como la gravedad y ejes magnéticos, con la ayuda de este sensor se genera qué escenas en 2D puedan visualizarse

¹ <http://www.android.com/about/>

en 3D sin requerir algún tipo de dispositivo de percepción como lo son las gafas. Adicionalmente se analizó la implementación de un sistema anáglifo en dispositivos móviles.

1. Introducción

La visión o sentido de la vista es una de las principales capacidades sensoriales del hombre, su característica principal es la de permitir interpretar el entorno gracias a los rayos de luz que alcanza los ojos, esto permite que el cerebro lleve a cabo el proceso de la percepción visual con el cual podemos distinguir formas, colores y los movimientos de los objetos que nos rodean. Además, permite la fusión de las imágenes que contribuyen en la estimación visual del tamaño y la distancia (Adler Francis Heed, 2004).

Por medio del estudio de la visión humana se han desarrollado técnicas de visualización en 3D, las cuales han evolucionado y hoy en día se implementan en sectores como el cine y en algunos videojuegos para consolas y PC. Este tipo de técnicas se quiere implementar en dispositivos móviles, de los cuales ya existen tecnologías que permiten la visualización en 3D pero a un alto costo, como lo es el desarrollo de pantallas auto-estereoscópicas las cuales trabajan sin la utilización de gafas para apreciar la visualización. Es necesario buscar opciones de bajo costo, que permitan la implementación de aplicaciones con visualización estereoscópica, las cuales generen una mayor inmersión e interacción y que sean de fácil acceso para los usuarios. Ya que el área de dispositivos móviles, es el sector de mayor crecimiento en el desarrollo de aplicaciones (Rodríguez, 2012). La importancia del desarrollo de este tipo de aplicaciones radica en que permitirá una mayor experiencia en la que el usuario se sienta partícipe o agente activo de la aplicación misma.

Los dispositivos móviles han entrado a hacer parte de la vida cotidiana de las personas, gracias a la gran cantidad de estos existentes en el mercado y a sus diferentes sistemas operativos (Windows Mobil, Symbian, iOS y Android), varias empresas han decidido llevar el desarrollo de aplicaciones a este campo, ya sean aplicaciones empresariales, institucionales o de entretenimiento², el desarrollo de aplicaciones va desde simples visualizadores hasta complejos videojuegos. Aprovechando las facilidades tecnológicas de los dispositivos móviles, como lo es el desarrollo de aplicaciones usando diferentes librerías gratuitas (Fernández, 2010), se pretende analizar, implementar y evaluar un

² <http://www.sferea.mobi/about.html>

método de visualización estereoscópica de bajo costo, que permita ser aplicado en dispositivos móviles, mediante una aplicación de prueba la cual garantizara la implementación adecuada del método, en donde el usuario pueda percibir e interactuar con la profundidad, con el propósito de ser usado en futuras aplicaciones. Esto se realizará analizando los métodos, conceptos, técnicas y algoritmos para la visualización, además implementando un método estereoscópico que permita el desarrollo de la aplicación y una evaluación del sistema en un dispositivo móvil físico.

Debido a que la aplicación ha desarrollar se basa en imagen estereoscópica la cual, no es recomendada para menores de 6 años (Javeriana) y teniendo en cuenta que se realizará para dispositivos móviles, la aplicación de prueba será evaluada entre personas con un rango de edad de 18 a 30 años que posean un dispositivo móvil.

El desarrollo del proyecto partirá de la búsqueda, recopilación y estudios previos sobre la visualización estereoscópica, la aplicación de prueba se basará principalmente en métodos de bajo costo. Las principales características de esta será el manejo personalizado de los niveles de profundidad para cada usuario, contará con una pequeña interfaz y con objetos tridimensionales que permitan un mejor campo visual de la profundidad.

2. Marco Referencial

2.1. Antecedentes Históricos

Los primeros trabajos realizados sobre la visión estereoscópica se remontan al año 295 A.C al matemático griego Euclides el cual desarrolló un trabajo intentando encontrar relación entre la visión estereoscópica y el hecho de que el hombre posea dos ojos. Más tarde, en siglo II D.C el griego Galeno describió una teoría de la perspectiva de la visión a través de los ojos, supuso por observación que si cerraba un ojo la imagen cambiaría ligeramente. Basado en estos dos trabajos Leonardo da Vinci explicó el fenómeno de la visión binocular, la cual ofrece la sensación de relieve. Pero fue hasta 1938 cuando el físico Inglés Charles Wheatstone ideó un aparato que proporcionaba la visión en relieve, el Estereoscopio (Francisco Jose Perales López, 2004).

El estudio y los métodos de la visión estereoscópica tomó mayor fuerza, ya que para 1849 el señor David Brewster construyó la primera cámara estereoscópica con la que se obtuvo la primera fotografía tridimensional (Javeriana). La técnica estereoscópica fue evolucionando adaptándose a las mejoras sucesivas de los procedimientos, en 1862 Oliver Wendell Holmes construyó un modelo portátil del estereoscopio el cual se volvió muy popular a finales del siglo XIX, en los años 30 se presentó la creación de cámaras tridimensionales con película de 35 mm, se crearon las cámaras Realistic y Viewmaster para aficionados (Javeriana), en los años 50 se realizaron los primeros intentos comerciales en películas en 3D, con las cuales se logró muy poca participación de la industria cinematográfica y se provocó un rechazo del público debido a sus efectos secundarios como mareos, náuseas, y dolores de cabeza. Fue solo hasta los años 80 la creación de películas tridimensionales de buena calidad y con mayor aceptación del público debido a sistemas de gran formato como el IMAX, en los años 90 gracias a los avances tecnológicos fue posible llevar la estereoscopia a las computadoras y gracias a esto áreas como la medicina, psicología y educación entre otras, utilizan este tipo de visualización no solo para aplicaciones generales, si no para generar nuevos mecanismos de investigación (Javeriana), una de estas tecnologías es apoyada por los dispositivos móviles, los cuales se han convertido en una herramienta fundamental hoy en día, es tanta su presencia en la

vida de las personas que muchas realizan sus actividades diarias sin darse cuenta de la relación que existe con estas maquinas .

Los primeros dispositivos portátiles fueron lo PDA (asistente personal digital), durante los años 80 Casio y Hewlett-Packard desarrollaron varias calculadoras programables la cuales tenían capacidades gráficas y de accesorios, como impresoras y tarjetas de memoria, con el avance de estos dispositivos llegó el Newton, el cual tenía implementado un sistema de reconocimiento de escritura y podía sincronizarse con el PC de escritorio, este dispositivo fue desarrollado por Apple, su inmersión en el mercado fue un fracaso debido a su adelanto tecnológico para la época (1993). Tras el fracaso de este dispositivo llegó al mercado la Pilot y el PocketPC en el año 2000, este ultimo tenia como sistema operativo el Windows CE 3.0, su éxito se debió a su sencillez de manejo y a su integración con PC de escritorio basados en Windows (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles, 2008).

Los avances de los PDA trajo consigo la aparición de los Smartphone, estos con características fundamentales como su pantalla táctil, el iPhone de Apple fue el primer dispositivo que logró integrar funciones de los anteriores dispositivos en uno solo (teléfono, reproductor mp3 y PDA) innovando la forma de interacción en dispositivos (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles, 2008).

Aplicaciones basadas en estereoscopia

Al integrar los dispositivos móviles con las técnicas de visualización estereoscópicas se obtienen varias aplicaciones las cuales van desde la creación de imágenes estereoscópicas y la generación de fotos anáglifos, hasta aplicaciones que permiten la toma de fotografías en 3D. Para la mayoría de estas aplicaciones es necesario el uso de gafas para la visualización y la percepción del efecto de profundidad, varias de estas permiten el control del efecto de manera manual, además de estas aplicaciones existen otras las cuales se basan en el uso de las características del móvil, como cámaras frontales y sensores como el acelerómetro, para producir un efecto de profundidad sin la necesidad de dispositivos de percepción visual. Esta diversidad de aplicaciones está disponible tanto para dispositivos Android como Apple.

Algunos de los trabajos realizados en la Universidad Militar Nueva Granada con respecto a la estereoscopia o estéreo visión, consisten en la realización de animaciones empleando un sistema esquematizado estereoscópico con técnicas de animación como el stop motion, el cual fue realizado por Angélica Mantilla y Sandra Mantilla, en el cual plantean el desarrollo de una animación y un sistema de proyección estereoscópico, realizando una aplicación en Adobe Flash la cual permite determinar la distancia Z y la posición en que deberían estar ubicadas las cámaras. Otro de los trabajos realizados fue el seguimiento y ubicación espacial de puntos por estereovisión usando tecnología Wii realizado por Alejandro Muñoz, con la ayuda de la tecnología Wii se genera un sistema de seguimiento con el fin de seguir la posición de la cabeza, manos o cualquier otra parte del cuerpo la cual genere alguna interacción.

2.2. Marco Teórico.

2.2.1. Percepción Visual Humana

El sistema de visión estereoscópica humana basa su funcionamiento en los ojos, en la imagen 1 se puede observar la anatomía del ojo humano, este funciona como una cámara fotográfica sencilla, la lente del cristalino forma en la retina una imagen invertida de los objetos a los que se están enfocando, la retina funciona como una película sensible a la luz. La distancia focal del ojo ofrece la ventaja de su gran profundidad de campo, lo que permite tener enfocado un objeto por delante y por detrás al mismo tiempo del objeto enfocado, la luz que penetra en el ojo está controlada por el iris, el cual es un diafragma controlado por músculos que lo cierran y lo abren a un diámetro de 2mm cuando hay una iluminación fuerte y a 8mm cuando una iluminación más tenue. La retina es la parte del ojo que se encarga de registrar la imagen proyecta sobre ella posee alrededor de 130 millones de foto receptores los cuales se dividen entre conos y bastones (Jauregui).

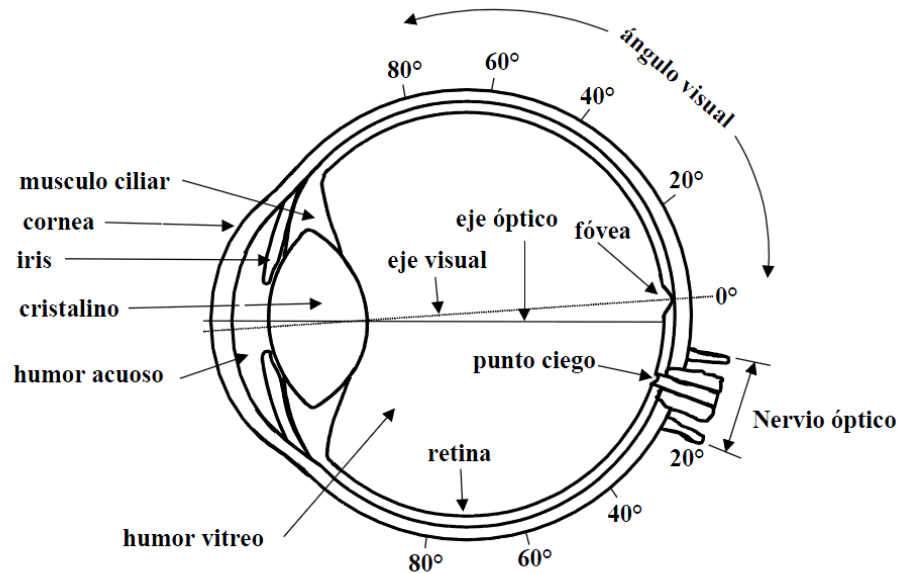


Imagen 1 Ojo Humano (Jauregui)

Los conos son los fotorreceptores menos sensibles a la luz, existen tres tipos de conos, según la sensibilidad al color rojo, verde o azul, los batones son receptores sensibles a la iluminación e interviene en la visión periférica para la detección del movimiento y la visión nocturna. Otra característica de los batones es su adaptación a condiciones bajas de iluminación, mediante un mecanismo llamado escotópica, el cual nos da la forma de los objetos más no su color (Marieb, 2008).

Gracias a las diferentes partes del ojo humano, a su mecanismos psicológicos y fisiológicos es posible que nosotros percibamos el relieve, es decir veamos en profundidad, la percepción del relieve presenta un doble aspecto, monocular, ya que cuenta con la capacidad de reconstruir el espacio a partir de la visión obtenida a través de un solo ojo y binocular, ya que al mirar simultáneamente con ambos ojos se obtiene la visión estereoscópica, la cual permite apreciar realmente el relieve (Jauregui). La percepción de los objetos y la evaluación de la distancia esta dado por el sentido de la vista. Es gracias a esta que podemos observar el mundo tal como lo hacemos distinguiendo entre formas, colores, distancias y nos da la percepción del relieve. En la visión humana existen características importantes como lo son la agudeza visual, la cual es la capacidad para percibir la separación de dos puntos próximos, el campo visual, es la cantidad de espacio que un ojo ve teniendo la mirada fija en un punto, la visión de los colores, básicamente se

capta ciertas longitudes de ondas de luz con tres colores básicos azul, rojo y verde, estos mezclados en diferentes proporciones se obtienen los diferentes colores que el ojo humano puede distinguir, y por último la visión binocular, debido al hecho de poseer dos ojos con un espacio de visión superpuesto permite al cerebro obtener dos imágenes e interpretarlas en relieve o profundidad (Ferreruela, 2007).

2.2.2. Visión Estereoscópica.

2.2.2.1. Introducción

La visión estereoscópica es uno de los fenómenos más interesantes de la visión humana, su funcionamiento se basa en el espectro que recibe una imagen diferente en cada ojo. Este es capaz de apreciar, que en el entorno en el que se mueve, los objetos se encuentran a diferentes distancias y poseen diferentes volúmenes, esto es gracias a su mecanismo natural de visión, el cual debido a la separación de los ojos, se obtienen dos perspectivas de cada uno de los objetos que se observa, así obtenemos imágenes con pequeñas diferencias entre ellas. Gracias al procesamiento que ocurre en el cerebro se procesa dichas diferencias y percibimos la sensación de profundidad. Este proceso se denomina estereopsis. Los seres humanos no nacen viendo en estéreo, esto es algo que se va aprendiendo desde el momento en que nacen, por tal razón, no es recomendable que un niño menor de 12 años sea expuesto a imágenes estereoscópicas generadas por computador (IMO, 2011), debido que para un desarrollo visual normal del cerebro, se debe percibir de forma simultaneo la imágenes focalizadas y claras en ambos ojos, además durante su crecimiento se termina de desarrollar funciones como la agudeza visual, alineamiento ocular y la visión lejana (Domínguez, 2006).

Existen diversas formas de mostrar las imágenes en 3D en la pantalla de un ordenador, los más comunes son la visión estéreo pasiva y la visión estéreo activa.

2.2.2.2. Visión estéreo pasiva

Esta visualización también es conocida como proyección en 3D, la cual es utilizado en cinemas por medio de la proyección de dos imágenes en una pantalla, estas imagen poseen filtros de colores o polarizados los cuales combinados con la utilización de gafas pasivas especializadas permiten que cada ojo vea una imagen distinta y así el cerebro pueda combinar estas imágenes dando así una sensación de en profundidad (Plan, 2012).

2.2.2.3. Visión estéreo activa.

Este sistema de visión muestra las imágenes del ojo derecho y del ojo izquierdo de tal forma que estas se alternan a una gran velocidad que el usuario no es capaz de notarlo, las gafas que se utilizan para su visualización son mas complejas que las utilizadas en la visión pasiva, ya que estas cambia de opaco a transparentes al mismo tiempo que las imágenes se están alternando, por lo tanto la imagen izquierda solo será vista cuando la lente izquierda sea transparente y la derecha opaca y viceversa. Al igual que en la visión pasiva el cerebro se encarga de unir estas dos imágenes y crear la sensación de profundidad (Plan, 2012).

2.2.2.4. Elementos fundamentales de la Visión Estereoscópica

La visión estereoscópica combina un conjunto de técnicas las cuales permiten obtener información tridimensional a partir de dos o más vistas de una escena, como ya se ha visto en la percepción visual humana se reciben dos imágenes similares con una pequeña diferencia a nivel horizontal. Para el desarrollo de la visión estereoscópica es importante entender y distinguir diferentes términos, como lo son:

Imagen estereoscópica: Una imagen estereoscópica o imagen en tres dimensiones, es aquella que al verla con un dispositivo de percepción, como lo son las gafas, se ve con cierto nivel de profundidad. Para lograr un concepto más claro imagine que se encuentra en su casa u oficina y esta mirando a través de su ventana, podrá observar que existen objetos que se encuentran más cercanos que otros, además de poder distinguir el tamaño y volumen de estos, paso seguido traslade la imagen de la ventana al monitor de su computador, donde podrá distinguir y diferenciar el tamaño y la distancia en que los objetos se encuentran de usted, tal cual como si estuviera viéndolo desde una ventana, es aquí donde a través de una imagen estereoscópica se pretende reflejar la realidad y lograr que no exista diferencia entre ver una imagen real y una imagen estereoscópica (Javeriana).

Disparidad: debido a que nuestros ojos se encuentran separados a cierta distancia, cada uno de ellos tiene una perspectiva diferente de los objetos, por lo tanto si tomáramos las dos imágenes obtenida de una misma escena y las uniéramos, notaríamos las imágenes traslapadas. Por lo tanto se podría decir que la disparidad es la separación relativa entre las imágenes de un mismo objeto de la escena 3D (MARTINSANZ, 2008) .

Distancia Focal: es la distancia que separa el centro óptico del lente de la posición en que convergen los rayos de luz. En la imagen 2 se puede apreciar como los rayos de luz, al llegar al lente se difractan, produciendo que estos se desplacen hacia el centro óptico del lente, la distancia que recorren estos rayos de luz desde su difracción hasta el centro del lente es lo que se conoce como la distancia focal.

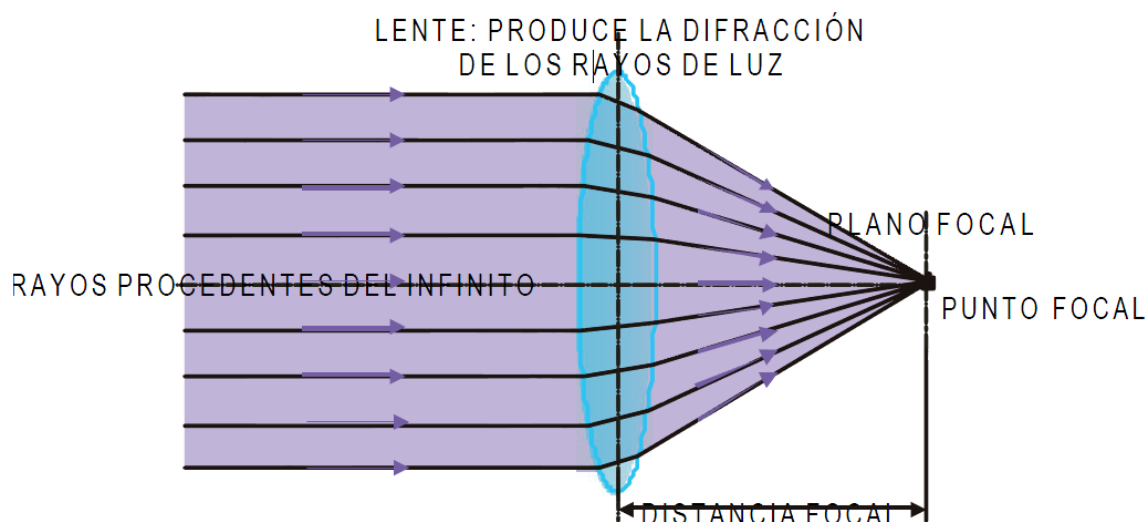


Imagen 2 Distancia Focal (Francisco Hernández Abad, 2002)

Campo Visual: es capaz de percibir no solo los objetos que están al frente si no aquellos que están al lado aunque estos se vean con una menor nitidez, a una determinada distancia focal le puede corresponder un diferente campo visual.

Paralaje: Paralaje o parallax es la distancia horizontal entre las dos proyecciones de los ejes ópticos a un punto en el plano de proyección. Es decir la distancia que existe entre un objeto en la imagen derecha y el mismo objeto en la imagen izquierda (Marcos García Lorenzo). Existen varios tipos de paralaje, según el eje y según la distancia, según el eje pueden ser paralaje horizontal o paralaje vertical, y según la distancia como se puede observar en la imagen 3 puede ser:

- Paralaje cero: en donde el punto se encuentra sobre el plano de proyección, la imagen obtenida en 3D se ve como una imagen en 2D
- Paralaje positivo: el punto se encuentra detrás del plano de proyección, esto ocurre cuando la separación de los puntos es igual a la separación de los ojos, por lo tanto se obtienen imágenes lejanas.

- Paralejo negativo: el punto se encuentra adelante del plano de proyección, esto generara que la imagen obtenida salga de la pantalla del monitor.

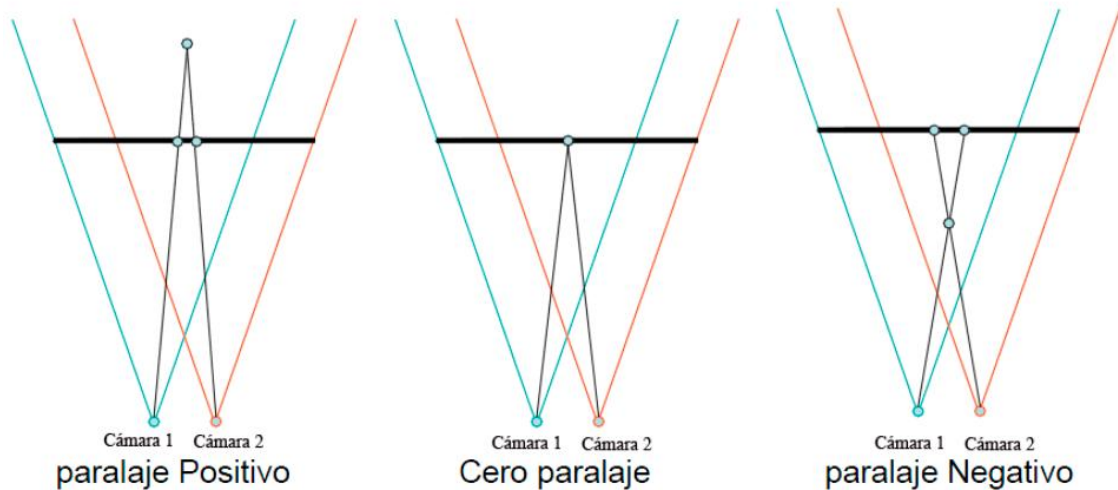


Imagen 3 Paralaje según la distancia (Marcos García Lorenzo)

Las gafas 3D convierten el paralaje en la disparidad se puede observar las imágenes que nuestros ojos verían en la realidad (Marcos García Lorenzo).

2.2.2.5. Técnicas de percepción

Las fotografías o imágenes se observan de manera que cada ojo vea solamente la imagen que le corresponde. Los visores o estereoscopios permiten una visión casi perfecta pero de forma individual. Los sistemas empleados en la proyección de películas y diapositivas permiten ver imágenes tridimensionales a un grupo numeroso de personas, pero les obliga a portar gafas especiales (Anáglifos o Polarizadas). Existen sistemas de visión libre, como el lenticular, que permiten ver fotografías en papel, pero su calidad no es demasiado buena. Es importante conocer este tipo de técnicas ya que se tuvieron en cuenta para escoger la apropiada para el proyecto.

2.2.2.5.1. Visión Libre

Este tipo de técnica para la visualización 3D consiste en ver el efecto sin la necesidad de utilizar algún tipo de visor, en este tipo de técnicas encontramos:

Visión Libre Paralela:

Como se observa en la imagen 4 los ejes ópticos permanecen paralelos, es decir los ojos se encuentran mirando al frente enfocando al infinito.

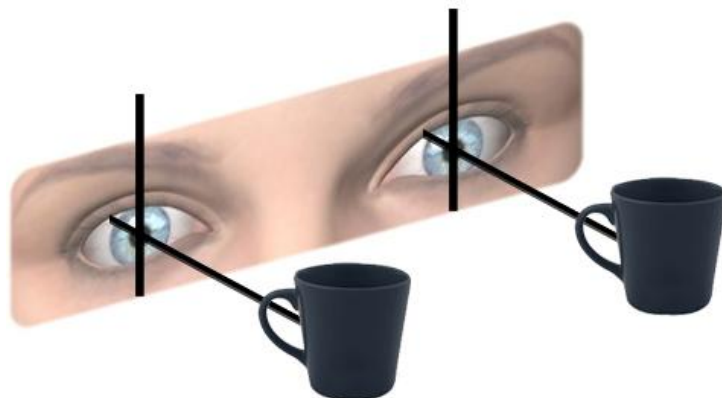


Imagen 4 Visión Paralela (PerLuis, 2008).

La imagen 5 nos permite identificar como cada uno de los ojos observan su imagen correspondiente, es decir la imagen izquierda en el lado izquierdo y la imagen derecha en lado derecho manteniendo sus ejes ópticos paralelos, se debe relajar los ojos y asumir que esta mirando al infinito. Este método sólo puede ser utilizado con imágenes que estén separadas en sus centros, menos de 65 milímetros (Francisco Jose Perales López, 2004).

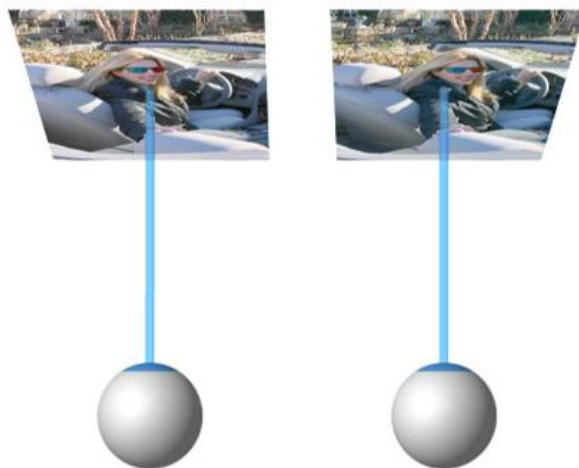


Imagen 5 Correspondencia de imágenes en la visión paralela (PerLuis, 2008).

Visión Libre Cruzada:

Para aplicar este tipo de técnica es necesario que la posición de los ojos se encuentre con sus ejes óptico cruzados como se ve en la imagen 6, es decir como se diría comúnmente mirar bilocho.

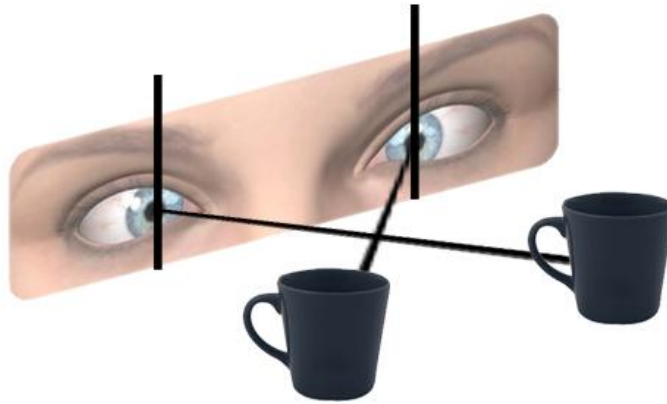


Imagen 6 Visión Cruzada (PerLuis, 2008)

La imagen 7 nos permite ver como las imágenes se observan cruzando los ejes ópticos de los ojos. El par estéreo se presenta invertido, la imagen derecha está situada a la izquierda y viceversa, es decir el ojo izquierdo mira hacia la derecha y el ojo derecho hacia la izquierda. Para visualizar el par, puede ayudarse colocando un punto blanco en la parte superior del centro de cada imagen, después mire los puntos blancos y únalos, una vez formen un solo punto, relaje sus ojos y mire la imagen, notara que esta en tres dimensiones (Francisco Jose Perales López, 2004).

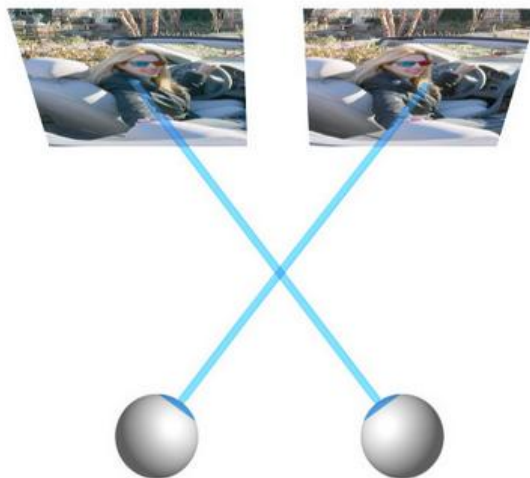


Imagen 7 Correspondencia de imágenes en la visión cruzada (PerLuis, 2008).

2.2.2.5.2. Visión por Proyección

Se basa en el uso de uno o dos proyectores sobre los cuales se aplica un filtro, para proyectar las imágenes sobre una pantalla (Francisco Jose Perales López, 2004). La imagen 8 nos muestra el proceso que se realiza durante la proyección de estas imágenes, es importante contar con dispositivos de visualización como lo son las gafas, ya que son estas las que permiten el paso de las imágenes a los ojos correspondientes una vez proyectadas las imágenes, además se puede observar que la pantalla a la cual se proyecta es de aluminio o lenticular, esta es de mayor importancia ya que de lo contrario no se generaría el efecto.

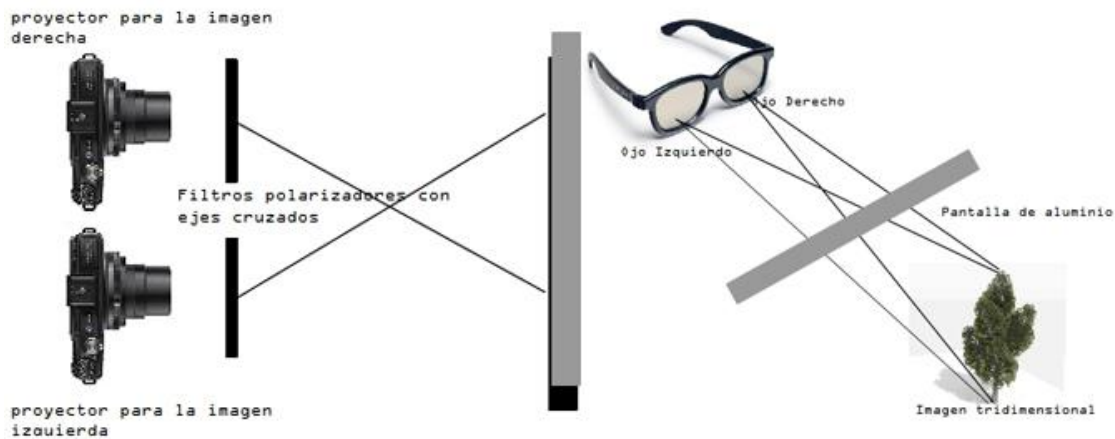


Imagen 8 Visión por Proyección

2.2.2.5.3. Otras técnicas

Existen varias técnicas de visión estereoscópica, a las cuales algunas de estas es posible acceder con un presupuesto bajo mientras que otras son mucho mas avanzadas y debido a su alto costo no es posible su utilización, la técnica más sencilla que se encuentra y la de mas fácil acceso es el **Anáglifo(Imagen 9 Izquierda)**, la cual utilizan filtros de colores complementarios, como rojo y azul y rojo y cyan, a cada uno de las imágenes del par se le aplica un filtro de color y después con ayuda de un programa de edición de fotografía se sobreponen los dos pares modificados, el resultado de esto es una fotografía compuesta, con las imágenes que el ojo izquierdo y derecho deben ver (Francisco Jose Perales López, 2004). Su principal problema es la alteración de los colores, pérdida de luminosidad y cansancio visual después de un uso prolongado. Como ya se había mencionado este sistema es de bajo costo, por lo que se emplea en publicaciones, monitores de ordenador y

fue utilizado en el cine, siendo desplazado por la técnica **Polarizado(Imagen 9 Derecha)**, el cual utiliza el mismo concepto que la técnica anáglifo, pero a diferencia de no utilizar filtros de colores para separar las imágenes, sino filtros que polarizados a 45 y 135 grados, de tal forma que la imagen del ojo derecho queda polarizada a 135 grados y la imagen del ojo izquierdo a 45 grados, al existir entre las dos imágenes una diferencia de 90 grados, se garantiza que las dos imágenes no se van a mezclar (Francisco Jose Perales López, 2004). Existe una gran mejoría en esta técnica ya que no altera los colores, aunque hay una cierta pérdida de luminosidad, su principal problema en aplicaciones casera es él requiere para su visualización pantallas metalizadas.

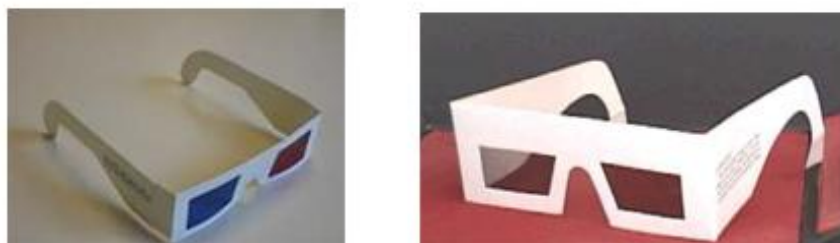


Imagen 9 Anáglifo y Polarizado (Francisco Jose Perales López, 2004)

Además de las dos técnicas ya mencionadas existen otros tipos de técnicas como el **Casco o HMD, Gafas LCD y Monitores Auto-Stero (Imagen 10)**, las cuales ya son más costosas, pero un poco más funcionales, ya que se aplican en áreas como la realidad virtual. Además muchas veces estas vienen en conjunto con un ordenador o televisor, mientras que otras no requieren ningún dispositivo de visualización para apreciar el efecto 3D



Monitores Auto-Stero

Imagen 10 Monitores Auto-Stero (Francisco Jose Perales López, 2004)

2.2.2.6. Proceso de la visión estereoscópica

Para la obtención de información tridimensional se utiliza un sistema de visión estéreo el cual se base en el funcionamiento de la visión biológica del ser humano, esta información se convierte en la obtención de la distancia del sistema estéreo, el cual permitirá apreciar la profundidad de un punto en el espacio (Jiménez, 2000). Es importante tener en cuenta que pueden existir dos tipos de configuraciones en las cuales el proceso para hallar la distancia se basa en una triangulación basada en las diferentes proyecciones de los objetos sobre los planos de proyección (MARTINSANZ, 2008), en estas configuraciones se tiene un caso ideal en el cual los ejes ópticos de las cámara se encuentran paralelos, lo que permite la obtención con menos cálculos y también existe una configuración genérica la cual se encuentra con mayor facilidad en la práctica, en esta los ejes ópticos de las cámaras no son paralelos por lo que es necesario determinar transformaciones como traslación y rotación (Jiménez, 2000).

Para la visión estereoscópica artificial se utilizan dos cámaras separadas a cierta distancia entre sí, lo que da como resultado un leve desplazamiento de la imágenes, generalmente se utilizan dos cámara para simular el modelo biológico, con esto se obtienen dos imágenes, una por cada cámara en la escena, por lo cual al combinarlas se obtendrá un efecto de profundidad, para luego ser visualizado por medio de algún dispositivo de percepción 3D como lo son las gafas, este es el fundamento básico de la visión estereoscópica, la distancian a la que se encuentra las cámaras y una configuración geométrica adecuada

permitirá obtener la distancia en la que se encuentra un determinado objeto (MARTINSANZ, 2008).

La visión estereoscópica cuenta con los siguientes pasos:

- Adquisición de imágenes
- Geometría del sistema
- Extracción de características
- Correspondencia de características
- Obtención de la distancia

2.2.2.6.1. Adquisición de imágenes

Para la adquisición de las imágenes se pueden obtener por dos procedimientos, alineando las dos cámaras de tal forma que se sitúen ligeramente desplazadas en el espacio o desplazando una única cámara a una cierta distancia y capturando las imágenes en las diferentes posiciones de desplazamiento. En cualquiera de los dos casos la geometría del sistema se puede diseñarse de tal forma que los ejes ópticos de las cámaras estén paralelos o convergentes (MARTINSANZ, 2008).

2.2.2.6.2. Geometría del sistema

Geometría general para cámaras con ejes paralelos

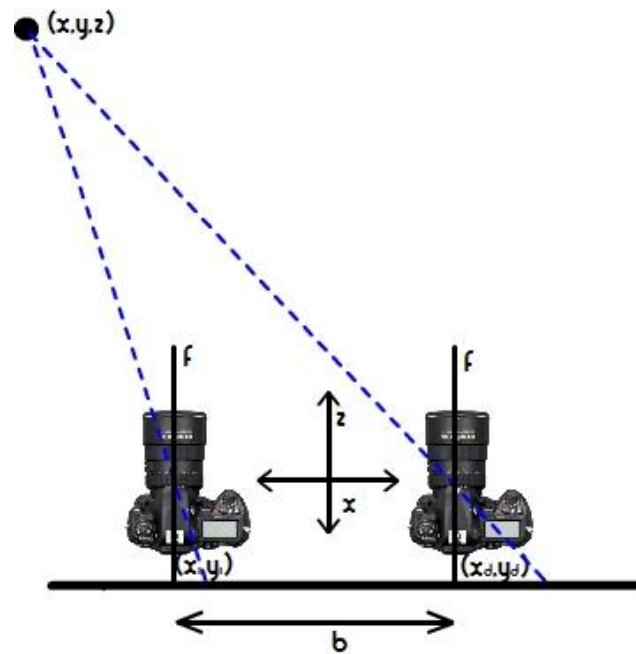


Imagen 11 Ejes Paralelos

En la imagen 11 podemos observar la geometría que se utiliza para cámaras con ejes paralelos es decir para casos ideales, los parámetros a tener en cuenta para esta geometría empieza por la distancia en la que están separados los ejes ópticos llamada línea base (b), esta es perpendicular a los ejes ópticos y paralela al eje x , las coordenadas (X, Y, Z) indican el punto en el espacio, por lo que las coordenadas del punto proyectado en cada imagen son $(X_l, Y_l), (X_r, Y_r)$ estando el origen en el centro de cada cámara. Debido a la posición en que se encuentran las cámaras el valor en el eje Y será igual, es decir $Y_l = Y_r = Y$, por último se tiene que el parámetro F es la distancia focal. Esos parámetros combinados con una semejanza de triángulos permite obtener la disparidad y la distancia Z , la cual será inversamente proporcional a la disparidad (Jiménez, 2000).

Geometría general para cámaras con ejes Convergentes

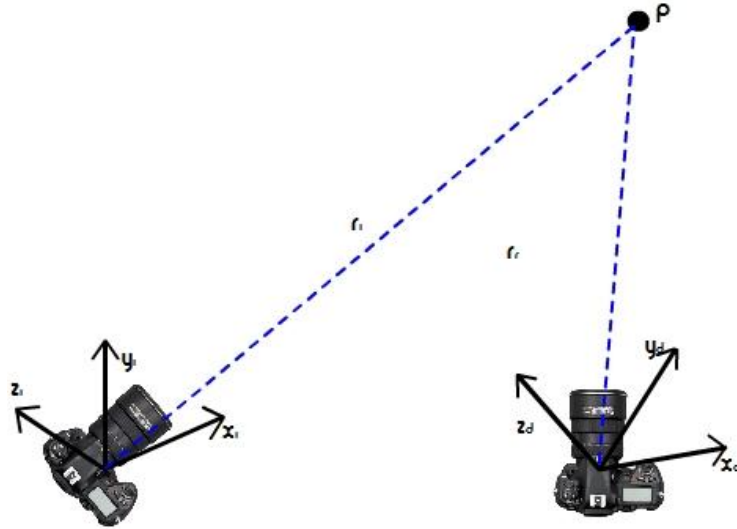


Imagen 12 ejes Convergentes

Para el desarrollo de este sistema se realizan transformaciones compuestas entre traslación y rotación, por lo tanto si se tiene que (X_l, Y_l, Z_l) y (X_r, Y_r, Z_r) son las coordenadas del punto P en la cámara izquierda y derecha, por lo tanto se obtendría $r_r = R \cdot r_l + r_o$, donde R es una matriz de 3x3 que representa la rotación y r_o es el vector traslación. Con estos valores y utilizando una semejanza de triángulos se puede determinar las coordenadas del espacio tridimensional a partir de las proyecciones en las cámaras izquierda (X_l, Y_l) y derecha (X_r, Y_r) (Jiménez, 2000).

2.2.2.6.3. Extracción de características

Para la obtención de características existen dos tipos de técnicas las llamadas “área-based”, las cuales están basadas en el área y utilizan correlación entre patrones de intensidad en la vecindad local de un pixel en una imagen con patrones de intensidad correspondientes a un pixel en la otra imagen del par estereoscópico. Y también existen las técnicas llamadas “feature-based” las cuales están basadas en características y utilizan patrones obtenidos de las imágenes de intensidad como, puntos de bordes aislados, cadenas de punto y regiones delimitadas por bordes (MARTINSANZ, 2008).

Dependiendo del método elegido el proceso para la visión estereoscópica podría demandar un paso más, en el cual se realiza una segmentación para extraer de las imágenes la información necesaria, esta información poseerá propiedades y atributos asociados con las características, lo cual permitirá codificarlas y cuantificarlas en vectores (MARTINSANZ, 2008).

2.2.2.6.4. Correspondencia de características

Se puede determinar la proyección de un punto en una escena en 3D, el proceso para esta se limita a regiones o características con grandes detalles que permitan suministrar suficiente información para evitar emparejamientos erróneos. Algunos de los principales problemas para la obtención de las características radican en la iluminación de las imágenes, ya que al ser captadas por cámaras en diferentes posiciones esta puede variar o generar la aparición de reflejos, también se podría genera un efecto de oclusión en donde la características es visible en una de la imágenes del par estereoscópico, mientras que en la otra puede ocultarse, también podrían encontrarse dificultades con los componentes ópticos y electrónicos de las cámaras utilizadas.

Para solucionar este tipo de problemas y extraer la información con éxito es necesario resolver el denominado problema de la correspondencia, el cual aplica una serie de restricciones tanto para su geometría como para los objetos del entorno como línea epipolar paralela al eje X, limites en la disparidad, superficies suaves, entre otras (MARTINSANZ, 2008).

2.2.2.6.5. Obtención de la distancia

El calculo de la distancia esta ligada con la geometría del sistemas, ya que para la obtención de esta necesario consideran la relación geométrica de la semejanza de triángulos en el sistema, para así deducir las coordenadas del punto P (X, Y, Z), y obtener las ecuaciones necesarias, además se tiene que la profundidad Z es inversamente proporcional a la disparidad de la imagen y para una profundidad dada, es decir a mayor b mayor d.

2.2.3. Dispositivos Móviles

Hoy en día la tecnología ha aumentado de tal forma que ha llegado al punto de ser indispensable en nuestra vida, desde que apareció el primer computador los seres humanos se ha ido adaptando y acostumbrado a la aparición de nuevas tecnologías que no sólo simplifican el estilo de vida de muchas personas sino que también proporcionan una herramienta indispensable para diversas actividades ya sean en el hogar o en el trabajo. Una de estas tecnologías han sido los dispositivos móviles, los cuales se podrían definir como aquel aparato de tamaño pequeño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión a una red, memoria limitada, que ha sido diseñado específicamente para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones más generales (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles , 2008).El dispositivo de mayor avance tecnológico han sido los

teléfonos móviles, los cuales además de permitir realizar llamadas, permiten desde tomar fotos, escuchar música, conectarnos a internet, hasta realizar actividades que normalmente se haríamos en un ordenador.

2.2.3.1. Tipos de Dispositivos.

Existen una gran diversidad de dispositivos muchos de estos llamados **Dispositivos de datos limitados**, los cuales se caracterizan por tener una pantalla pequeña y ofrecer servicios de datos generalmente limitados a SMS y acceso WAP, existen otro tipo de dispositivos los cuales son **Dispositivos de datos Básicos**, los cuales se caracterizan por tener una pantalla mediana, un menú o navegación basada en iconos, y ofrecer acceso a emails, lista de direcciones, SMS, y, en algunos casos, un navegador web básico y por último tenemos los **Dispositivos de datos Mejorados**, los cuales se caracterizan por tener pantallas de medianas a grandes, navegación de tipo stylus, contener aplicaciones como Microsoft Office Mobile, entre otros (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles , 2008).

Los **teléfonos móviles** son dispositivo inalámbrico basado en la tecnología de ondas de radio, tiene la misma función que cualquier teléfono de línea, su principal característica es su portabilidad, permite comunicar, siendo esta su función principal, se ha adicionado diversas funciones como mensajería, agenda, juegos, cámaras, y acceso a internet.

Hoy en día hay una gran variedad de teléfonos inteligentes o Smartphones, los cuales teniendo las características principales de un teléfono móvil, también posee características de un ordenador personal. Una de las características más importante de estos teléfonos es que permiten la instalación de programas o aplicaciones, estas pueden ser desarrolladas por el fabricante o por un tercero (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles , 2008).

2.2.3.2. Sistemas operativos para dispositivos móviles, Smartphones.

Symbian: Este era el sistema que más aplicaciones poseía, debido a que era el más extendido. Symbian copaba más del 65% del mercado de sistemas operativos. Su principal característica es la capacidad que tiene el sistema para adaptar e integrar todo tipo de aplicaciones. Admite la integración de aplicaciones y, como sistema operativo, ofrece las rutinas, los protocolos de comunicación, el control de archivos y los servicios para el

correcto funcionamiento de estas aplicaciones (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles , 2008).

Windows Mobile: Microsoft lanzó su propio Windows para móviles, antes conocido como Windows CE o Pocket PC, Windows Mobile es un sistema operativo escrito desde 0 y que hace uso de algunas convenciones de la interfaz de usuario del Windows de siempre. Una de las ventajas de Windows Mobile sobre sus competidores es que los programadores pueden desarrollar aplicaciones para móviles utilizando los mismos lenguajes y entornos que emplean con Windows para PC (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles , 2008).

Android: es un sistema operativo móvil basado en Linux y Java, El sistema busca un modelo estandarizado de programación que simplifique las labores de creación de aplicaciones móviles. Google promete una plataforma de desarrollo gratuita, flexible, económica en el desarrollo de aplicaciones y simple, diferenciada de los estándares que ofrecen Microsoft o Symbian (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles , 2008).

iPhone OS: iPhone OS es una versión reducida de Mac OS X optimizada para los procesadores ARM. Aunque oficialmente no se puede instalar ninguna aplicación que no esté firmada por Apple (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles, 2008).

Blackberry OS: En un dispositivo BlackBerry es posible redactar, enviar y recibir todo tipo de mensajes de correo electrónico, al igual que en el programa que se utiliza en un ordenador. Además, es posible realizar y contestar a las llamadas que se emitan a través de la red de telefonía móvil, lo que permite sustituir el teléfono móvil. También, como evolución lógica, los dispositivos de este fabricante permiten la navegación por internet en páginas HTML o WAP y tienen la capacidad de enviar o recibir mensajes SMS. (Arturo Baz Alonso, Dispositivos móviles , 2008).

2.2.3.3. Sensores de los dispositivos móviles

Los dispositivos móviles cuentan con varios sensores, los cuales permiten la interacción y funcionamiento de muchas aplicaciones entre estos sensores se encuentra el **Acelerómetro**, el cual mide la aceleración y las fuerzas inducidas por la gravedad, es decir permite saber al móvil la posición en que se encuentra, además de detectar el movimiento y giro, horizontal o vertical, si nos vamos a la parte técnica diríamos que el acelerómetro se encuentra compuesto por tres elementos una masa de silicio, un conjunto de muelles de

silicio y una corriente eléctrica, la cual dependiendo de su posición provoca una corriente eléctrica.

2.2.4. Herramientas de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto fue necesario tener en cuenta varias herramientas que nos permitieron un óptimo desarrollo de este, muchas de estas son gratuitas o pagas y cuentan con una gran documentación y foros que permitieron resolver muchas de las dudas que surgieron a lo largo del desarrollo, debido a que la aplicación es dirigida a dispositivos móviles y se manejaron graficas en 3D, fue necesario buscar herramientas adecuadas para este fin que permitieron un optimo y eficaz desarrollo del aplicativo de prueba, estas herramientas van desde la utilización del SDK, el cual es un conjunto de herramientas que permite la creación de proyectos para un determinado software, sistemas operativos y hardware, por medio de la herramienta Eclipse el cual permite la depuración para pruebas varias, como por ejemplo, la identificación del acelerómetro en el dispositivo, hasta Motores de videojuegos que permiten la integración total o parcial. Estos motores son una excelente herramienta ya que permiten la creación de recorridos virtuales, aplicaciones y videojuegos, además muchos de estos se diseñan para el trabajo de ciertas consolas y sistemas operativos, su principales características es la de proporcionar un motor de render ya sean para gráficos en 2D o 3D, además de un motor físico o detector de colisiones, sonidos, animaciones, inteligencia artificial, entre otros. Muchos de estos motores viene integrados con librerías como Open GL u Open GL ES (diseñada para dispositivos Móviles), el cual es una librería estándar que define la interfaz de programación de aplicaciones multilenguaje y multiplataforma para realizar aplicaciones con gráficos en 2D y 3D, poseen más de 250 funciones que pueden usarse para dibujar escenas tridimensionales a partir de primitivas geométricas como lo son puntos, líneas, triángulos (khronos, 2012).

3. Metodología.

3.1. Planeación

Se llevó a cabo la consulta de diversas fuentes de información como lo son publicaciones, sitios web, libros académicos, etc. Para conocer a profundidad los temas relacionados con el proyecto, como lo son la estereoscopia, técnicas de visualización, dispositivos móviles, software de desarrollo, sensores en los dispositivos entre otros.

Durante el proceso se encuentran diversas técnicas, métodos y sistemas geométricos que ayudan a dar una idea de los posible requisitos para la realización del proyecto, esto permite realizar una evaluación de los recursos necesarios y una estimación de estos. Es decir que debido a las características básicas del proyecto y a sus diversas funciones dentro de este se obtiene que:

- **Aplicación de prueba:** al ser una aplicación de prueba, en esta se examinarán el rendimiento y se identificarán posibles problemas, además de realizar los ajustes básicos del sistema como lo son la resolución, orientación, entre otros. Y se analizará y evaluará los resultados obtenidos.
- **Dispositivos Móviles:** para poder realizar el desarrollo para esta plataforma es necesario escoger el sistema operativo al cual se va a realizar, por ejemplo iOS, Android, Windows Phone, etc. Y por lo tanto obtener las herramientas básicas de desarrollo como lo son el SDK, Emulador, dispositivo físico, herramienta de gráficas 3D, entre otras.
- **Efecto de profundidad:** una de las características fundamentales es poder generar un efecto de profundidad, por lo que es necesario la aplicación de una técnica de visualización estereoscópica de bajo costo, además de la utilización de los sensores del dispositivo físico, como lo es el acelerómetro.
- **Interactividad:** para generar una aplicación más atractiva se propuso que el usuario pudiera rotar, desplazar o escalar alguno objeto.

Una vez estimado los recursos se identifican las posibles restricciones del proyecto y así obtener con calidad los resultados esperado dentro de este. Para la parte del aplicativo, este se dividirá en tres, debido a que se evalúa la percepción del usuario usando solo el acelerómetro, la técnica anáglifo y la combinación de estas dos técnicas.

3.2. Análisis

Los estudios previos se enfocaron en técnicas estereoscópicas de fácil acceso y de bajo costo, además de la búsqueda de las diferentes herramientas necesarias para la implementación en dispositivos móviles. Se tienen en cuenta los recursos que se poseen y hasta donde estos nos permiten llegar.

Para la escogencia de la técnica estereoscópica adecuada, herramientas de desarrollo y sistema operativo móvil se realizan tablas comparativas dirigidas hacia los dispositivos móviles, las cuales arrojan diversos resultados, entre estos se tienen:

Técnicas de Percepción Visual.

Anáglifos	Como ya se ha visto esta técnica es la de más bajo costo y la que se puede adaptar con mayor facilidad en el desarrollo de cualquier proyecto, ya que solo es necesario la aplicación de filtros colores, rojo y azul, rojo y cyan o rojo y verde en las imágenes, la creación de gafas para la visualización y en algunos casos un modelo de cámara el cual nos permita la proyección adecuada de estas, por lo tanto se podría decir que la aplicación en dispositivos móviles es factible ya que con el manejo de las distintas herramientas se pueden generar este tipo de efecto y producirlas en dispositivos físicos, pero existen algunas desventajas como lo es la pérdida de luminosidad, color y cansancio visual por tiempos prolongados de uso. Debido al dispositivo y a las herramientas de desarrollo que se manejara es posible la recreación de esta técnica en un medio virtual.
Polarizados	A diferencia del método anáglifo este usa filtros polarizados con imágenes en ángulos diferentes 45° y 135°, para lo que se requiere un inversión económica para la adquisición de estos, además para su proyección es necesario pantallas metalizadas lo que eleva aún más la inversión, además al ir aplicada a dispositivos móviles las pantallas de estos están compuestas por materiales que ayudan a la conducción de electricidad como el óxido de indio y el estaño (informática-hoy, 2010) para ayudar a los sensores a la identificación del touch, por lo tanto no es posible encontrar móviles con pantallas metalizadas como las que se requiere para la visualización del efecto 3D. Es decir que a pesar de sus grandes ventajas como calidad en las imágenes obtenidas, él no generar la pérdida de color en la escena, es casi imposible poner en práctica esta técnica debido a su alto costo y al no existir dispositivos con las características básicas para su implementación
Cascos y Gafas LCD	Su uso está limitado a la realidad virtual, además de ser altamente costoso, su uso no permite ser aplicado en dispositivos móviles,

	debido a q estos sistemas funcionan en conjunto con un ordenador o un tv.
Monitores Auto-estereoscópicos	Su funcionamiento radica en la utilización de microlentes organizadas sobre la pantalla de forma vertical y horizontal permitiendo generar una desviación a partir de más de dos imágenes. Existen dispositivos con este tipo de tecnología pero debido al costo elevado de estos y a los objetivos del proyecto se descarta la utilización de este método.

Tabla 1 Técnicas de Percepción Visual

La técnica adecuada para el desarrollo del proyecto es la técnica anáglifo, debido a su bajo costo y su fácil acceso, esta técnica permite obtener imágenes con gran facilidad y visualizarlas con la construcción manual de lentes o gafas anáglifos. Al mismo tiempo se usara sistema estereoscópico básico, el cual esta compuesto por dos cámaras las cuales cada una de ellas muestra un proyección ligeramente diferente de una misma escena.

Sistema Operativo dispositivos Móviles.

Sistema Operativo	Características	Posesión en el Mercado
Android	Es un sistema basado en Linux y Java, disponible para el desarrollo como open-source, está orientado a facilitar y simplificar el desarrollo de aplicaciones móviles. Es gratuita, flexible y simple.	Es utilizado por el 51.6% de usuarios.
IOS	Utiliza una versión ligere del MacOS X, las herramientas de desarrollo son las mismas que se utilizan para el trabajo en los ordenadores Apple Además, para el desarrollo de aplicaciones es necesario estar registrado como desarrollador con Apple, además para la implementación de estas aplicaciones en los dispositivos es a través de una tienda de aplicaciones controlada por Apple.	Es utilizado por el 32.4% de usuarios.
Symbian	Fue de los primeros sistemas actuales en salir al mercado, esta escrito en c++, lo cual genera un bajo consumo de recursos en el dispositivo, pero aun así los dispositivos que lo utilizan poseen varias limitaciones.	Es utilizado por el 1.4% de usuarios.
Windows Mobile	Desarrollado por Microsoft, posee características convencionales de la interfaz de usuario de Windows, el desarrollo de aplicaciones se pueden realizar usando los mismo lenguajes y entornos usados para Windows.	Es utilizado por el 3.8% de usuarios.

Tabla 2 Sistema Operativo dispositivos Móviles.

El sistema operativo IOS y Android, se muestran como grandes candidatos para el desarrollo de la aplicación, ya que estos tienen la mayor parte del mercado y son los que mayor crecimiento han tenido en los últimos años, se decide hacer una comparación entre estos dos sistemas para decidir cual seria mas favorable para el proyecto. Los puntos a evaluar fueron accesibilidad, aprendizaje, gestión de la memoria, documentación, Xcode vs Eclipse, interfaz de presentación y emulador.

Android VS iOS

	Android	iOS
Accesibilidad	Esta plataforma es adaptable y por lo tanto accesible a una amplia gama de dispositivos ya sean Samsung, Sony, Motorola, etc. Sus precios son más asequibles y esta orientado a un público masivo.	Para poder desarrollar es necesario tener un ordenador Mac, además el iOS está ligado únicamente con dispositivos Apple. Estos dispositivos son bastantes costos.
Aprendizaje	Java tiene una gran comunidad posee varios foros, sitios de pregunta, libros, entre otros. Además es un lenguaje ya utilizado por lo que se tiene unas bases ya adquiridas.	Objective-C posee varias de las características de bajo nivel de C y proporciona el dynamic typing.
Gestión de la memoria	La estimación y utilización de los recursos del hardware se realiza de forma automática.	Los recursos de hardware como memoria, espacio de disco y potencia del CPU siempre han sido limitados, con el Objective-C permite que el manejo de estos recursos sea de forma manual.
Documentación	La documentación que posee es acorde con su plataforma y permite ir más allá de las aplicaciones ejemplo que proponen.	Posee una muy buena documentación pero resulta tedioso encontrar algo cuando se desea ir más allá.
Diseño de interfaz	Al utilizar XML hace que se fácil la reutilización de código, pero es mas complicada ya que se debe adaptar a la resolución de distintos dispositivos.	Xib. es mucho más accesible al utilizar en el editor de diseño de Xcode.
XCode vs Eclipse	Eclipse es compatible con Linux y Windows, éste puede llegar a consumir bastante memoria y para la codificación y pruebas es necesario	Para la utilización del Xcode es necesario un ordenador Mac, permite que el desarrollo sea mucho más rápido.

	cambiar de ventana.	
Emulador	Permite desarrollar las diferentes aplicaciones sin poseer un dispositivo físico, debido al emulador que se posee, con este se pueden probar las diferentes aplicaciones mientras se desarrollan. Este permite tanto emular el software como el hardware es decir la RAM que posee el dispositivo.	Al igual que Android cuenta con un simulador para el desarrollo de aplicaciones, con la diferencia de que este solo permite emular el software lo que permite que el rendimiento a la hora de probar sea mucho más eficiente.

Tabla 3 Android VS iOS

Como resultado de esta comparación se concluye que para la realización óptima del proyecto, se desarrollará en el sistema operativo Android, debido a su fácil acceso para el desarrollo, además se posee un dispositivo Android físico lo que facilitará a la hora de realizar pruebas directamente en el dispositivo y por último se tienen en cuenta las herramientas como eclipse para su desarrollo, además de tener en cuenta su gran documentación y comunidad.

En la búsqueda de herramientas para el desarrollo eficiente y ágil se encontraron el SDK de Android, herramienta necesaria para el desarrollo y pruebas de la aplicación y el motor de videojuego Unity, el cual cuenta con diversas características que permite el desarrollo para diversas plataformas, posee un editor y scripting para la edición y acabado de videojuegos, permite el desarrollo de para web, Pc, Mac, iOS y Android.

Existen varios motores de videojuegos de los cuales se escogieron solo aquellos que tuvieran la opción de funcionar para los dispositivos móviles basados en Android e iOS, se tiene en cuenta la documentación que este motor pueda llegar a proporcionar y la licencia que este brinda, además del lenguaje de programación que maneja y su posible trabajo con demás herramientas como Maya, 3DMax, etc.

Motor de Videojuegos.

Nombre del Motor	Sistemas Operativos	API gráfica	Lenguaje de Programación	Características	Licencia	Precio
Unity	Windows, MacOS, Xbox360, PS3, Nintendo Wii, iPhone,	OpenGL, DirectX	C #, JavaScript	Unity es una herramienta de desarrollo, multiplataforma , diseñada para facilitar la creación de contenido 3D. Cuenta con herramientas que permiten un desarrollo	Otro	Libre Desarrollo de juegos para la distribución no está permitido.

	basado en el navegador, Google Android			mucho más fácil y de gran calidad: Iluminación, creación de Terrenos, Físicas, Audio, Programación. Todo esto aplicado para el desarrollo en sistemas como Android o iOS	Otro	\$ 1.499.00 Para publicar Pro version
Shiva 3D	Windows, Linux, MacOS, Nintendo Wii, iPhone, basado en el navegador, Google Android, WebOS	OpenGL, DirectX, Software, Other	C / C + +	ShiVa3D es una herramienta que permite a los desarrolladores crear fácilmente increíbles juegos en 3D en tiempo real de aplicaciones y juegos para Windows, Mac OS, Linux, iPhone, Android, Palm, Wii y el iPad. Shiva es un poderoso multi-plataforma de motor de juegos 3D. su principal desventaja es la poca documentación existente para el desarrollo en Android e iOS	Estudiante. Versión Completa	Libre Desarrollo de juegos para la distribución no está permitida. \$ 169.00 Para los estudiantes y el personal para la investigación de instrucción, y otras con fines académicos, libres de derechos. \$ 1.499.00 Para publicar
Game Start	Windows, Linux, MacOS, Wii Nintendo, Google Android	OpenGL, Software, Otros	C / C + +	Da una solución integral que ofrece a los desarrolladores el poder de hacer emocionantes juegos dinámicos, sin los pasos costosos de crear un motor y un conjunto de herramientas. Existente poca documentación para el desarrollo en Android e iOS	Otro Otro	Libre: La versión de evaluación, sin publicar. \$ 199.00 publicar en todos los objetivos de escritorio compatibles (Windows, Linux y OSX).
Udk	Windows, iPhone	OpenGL, DirectX	C/C++	Desarrollado por el galardonado motor gráfico Unreal Engine 3 tecnología, establecer UDK característica está lleno de energía y la facilidad de uso. Estas son sólo algunas de las características de alto nivel utilizados por muchos de los desarrolladores de los mejores del mundo del juego para crear juegos. Ayuda a construir mejor, más rápido, más dinámico. Para desarrollo de móviles es necesario pedir permisos especiales.	Otro	\$99.00

Tabla 4 Motor de Videojuegos.

Durante la búsqueda se encuentra un plug-in para Unity open-source (Maidecchi, Anaglyph Construction Kit, 2010), el cual permite ser aplicado en una cámara de la escena y con la cual se obtiene un efecto anáglifo, este esta compuesto por un shader el cual permite obtener grandes resultados para cualquier tipo de matriz anáglifo, muchas de estas matrices proponen superar las limitaciones que en un sistema como este existen, como lo es la perdida de color y luminosidad, el plug-in permite ser modificado para obtener mejores resultados y así un mejor efecto de la profundidad.

Se analiza la documentación de Android, la cual sirve como referencia para obtener las coordenadas del sistema, el cual se define por relación de la pantalla del dispositivo con su orientación predeterminada. Es importante saber que la orientación de los ejes no se intercambia cuando la orientación del dispositivo cambia. Es decir que dependiendo del dispositivo que manejemos y su orientación predeterminada la orientación de los ejes de coordenadas puede variar (Android, 2012) como se pude observar en la imagen 13 el sistema de coordenadas presente para el proyecto será este. En donde en eje X esta ubicado de manera horizontal, el eje Y de forma vertical y Z hacia el exterior de la pantalla tomando sus valores positivos en estos y los negativos detrás de esta. Este sistema de coordenadas es diferente al utilizado en un sistema 2D ya que estos toman como punto de origen la esquina superior izquierda.

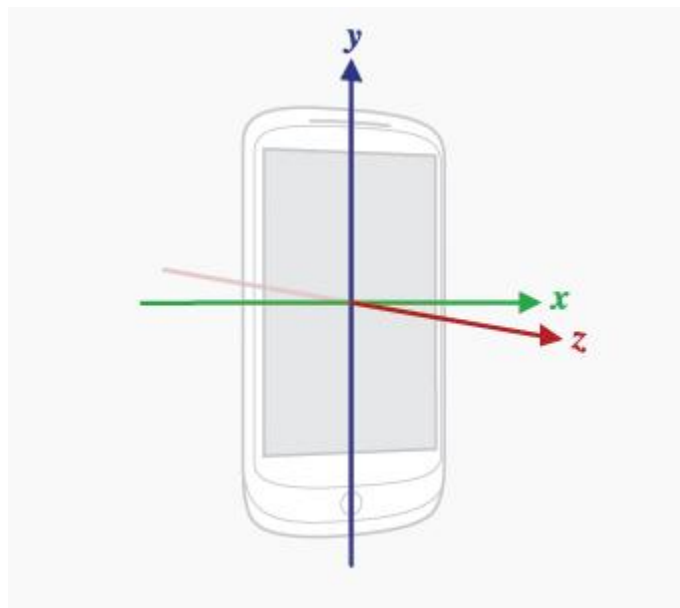


Imagen 13 Ejes de Coordenadas de Android

Al querer realizar el desarrollo en dispositivos se tienen en cuenta los sensores que estos utilizan para así generar una mejor interactividad con el usuario, el sensor que se maneja en el desarrollo del proyecto es el acelerómetro, con el cual podremos controlar la fuerza de gravedad que pueden llegar a ejercer sobre el dispositivo, por lo cual es necesario analizar la forma en que este funciona ya que se implementa directamente en la cámara de la escena haciendo que esta se desplace a la vez que giramos el móvil. Para generar este análisis se tiene en cuenta la orientación original del dispositivo y la orientación de la aplicación. Por lo tanto se generan graficas, donde se muestran los valores en X y Y que toma el acelerómetro en sus distintas posiciones. La orientación predeterminada que el dispositivo maneja es Portrait o modo Retrato, en la cual el dispositivo se encuentra en modo vertical y con los botones en su parte inferior Imagen 13B, y la orientación en la cual se desarrolla el aplicativo es LandscapeLeft o modo Paisa a la izquierda, en la cual el dispositivo se encuentra de modo horizontal y con su botón de inicio al lado derecho imagen 14-A.



Imagen 14 Orientation A. Landscape Left B. Portrait

Teniendo en cuenta estas orientaciones y como ya se ha mencionado se generan varias graficas que evalúan los movimientos a la izquierda, derecha, arriba y abajo del acelerómetro permitiendo así obtener la orientación más factible para el desarrollo.



Imagen 15 Movimiento Acelerómetro Landscape Left.



Imagen 16 Movimiento Acelerómetro Portrait.

Al desarrollar estas graficas la orientación en la que se encuentra el dispositivo durante la aplicación siempre es paralela al suelo, debido que al hacerla perpendicular a este se encontró con que los valores podrían repetirse para dos movimientos, es decir que para el modo landscape los movimientos en el eje Y, movimiento arriba y abajo los valores eran los mismo y para el modo portrait los movimiento en el eje X, movimiento derecha e izquierda los valores tomaban el mismo valor (imagen 16), por lo tanto esto generaba

conflicto al querer realizar un movimiento limpio. Por lo cual los movimientos y valores que tomara el acelerómetro en el aplicativo se basaran en la imagen 15.

3.3. Análisis de plataforma de pruebas.

Se familiarizarse con el entorno de desarrollo de Unity y se estudia el SDK de Android el cual nos da las herramientas necesarias para el desarrollo, construcción y depuración de cualquier aplicación desarrollada para Android, se tienen en cuenta las parte que una aplicación deben de tener como lo son: el administrador de ventanas, entradas del usuario, archivos de entrada y salida, gráficos y audio; es de resaltar que los cimientos de una aplicación esta en el archivo manifiesto, en el cual distinguiremos la versión de Android a la cual va realizada la aplicación, versiones de Android compatibles, perfiles de hardware como touch, multi-touch, acelerómetro, openGL, etc y por último los permiso que usará como red, GPS y tarjeta SD.

Una vez familiarizado con el entorno se realizan las primeras pruebas, se debe de tener en cuenta que se ejecutaron pruebas tanto en eclipse como en Unity ya que estas eran las herramientas de desarrollo a utilizar, además permitieron verificar la existencia del acelerómetro y la capacidad grafica del dispositivo físico.

Una vez realizadas la pruebas básicas se dan a conocer o rectificar las características de la aplicación, la cual contará con una escena en 3D con diversos objetos ubicados en distintos lugares, donde el usuario podrá interactuar con el objeto principal el cual contara con un pequeño ciclo de caminado, además contará con la implementación del sensor acelerómetro para permitir el movimiento de la cámara de la escena a la hora de desplazar teléfono.

Gracias a los diversos motores de videojuegos que se analizaron se logró seleccionar el más adecuado permitiendo la implementación del acelerómetro, el anáglifo y la importación hacia Android. Una vez terminada las pruebas que se realizaron para adaptación y conocimiento de las herramientas, se pasó directamente al desarrollo de la aplicación empezando por el desarrollo del código para la implementación del acelerómetro y del anáglifo.

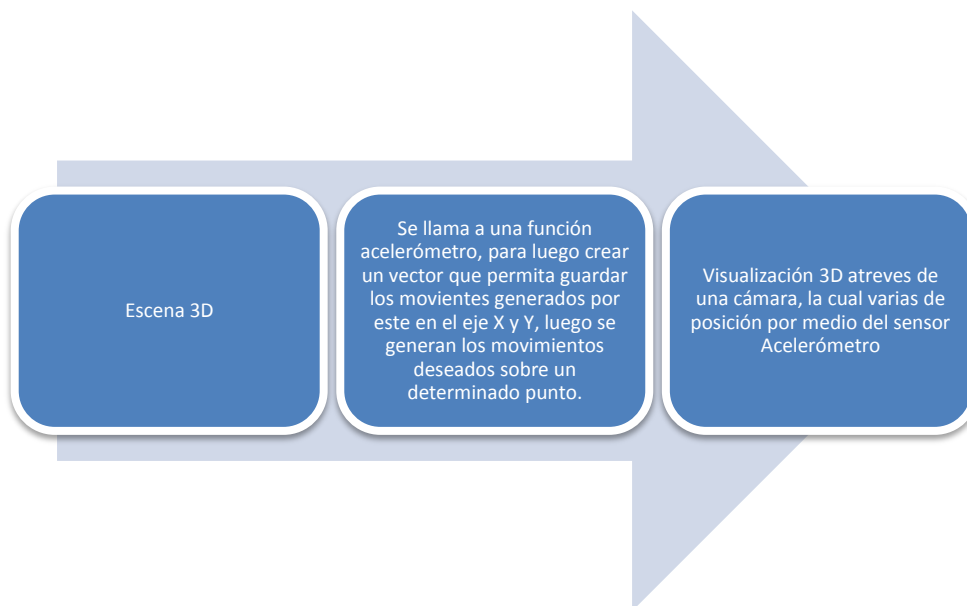
3.4. Diseño y Desarrollo

La idea básica, al desarrollar el aplicativo de prueba, no solo es mostrar cómo la visión estereoscópica por medio de la técnica anáglifo, puede funcionar y ser una gran herramienta en la construcción de aplicaciones para móviles, permitiendo una mayor interactividad del usuario con la aplicación, también es aprovechar las características esenciales de estos móviles, como lo son sus sensores y su soporte de gráficos en 3D, esto para generar algún efecto visual estereoscópico sin la ayuda de algún dispositivo de percepción visual, como lo son la gafas.

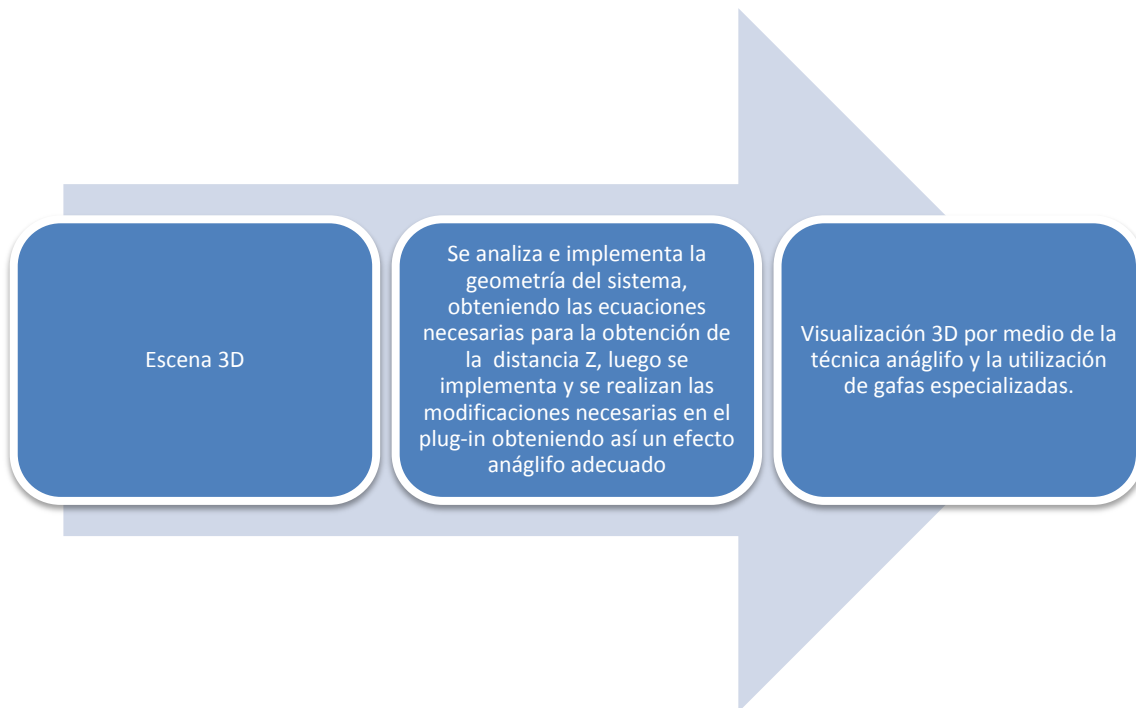
Para un mayor entendimiento se generar algunos diagramas los cuales permiten un mayor entendimiento de los procesos realizados en las distintas fases del desarrollo del aplicativo.

Diagramas

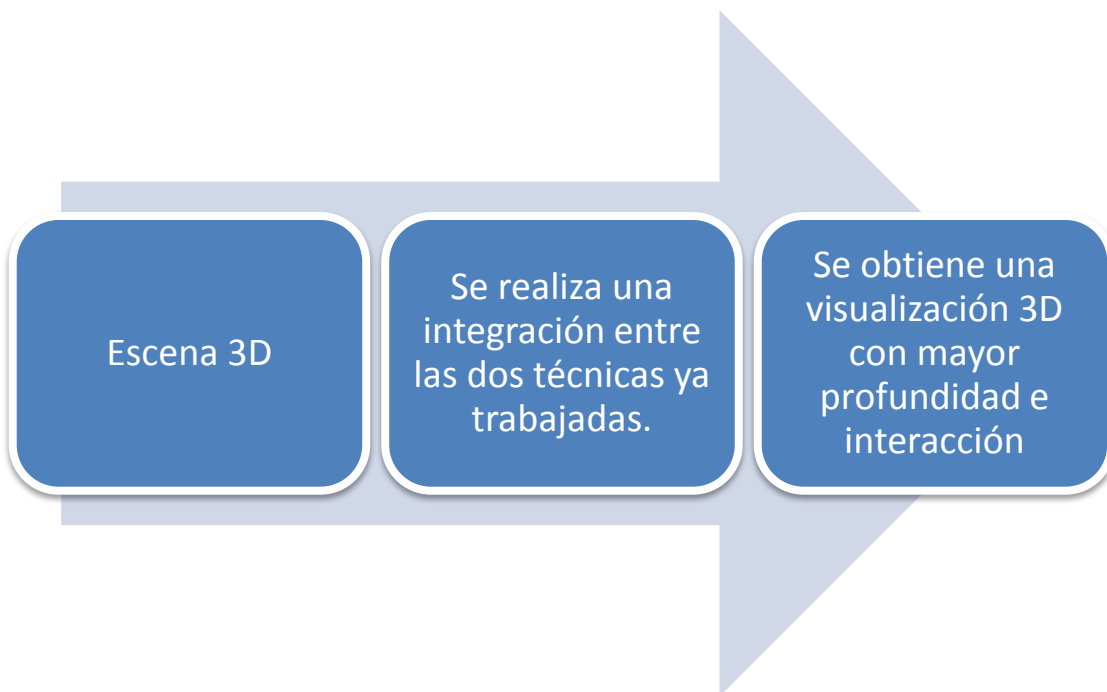
Primer Aplicativo (Acelerómetro).



Segundo Aplicativo (Anáglifo).



Tercer Aplicativo (Combinado)



Una vez implementado el análisis y las pruebas básicas se obtiene como primer resultado la primera fase del aplicativo en la cual, gracias al acelerómetro se permite girar la cámara sobre un determinado punto, para permitir así un efecto de profundidad sin la necesidad de dispositivos de visualización.

Para el desarrollo de esta primera parte se realizó un script en donde se llama la función acelerómetro que maneja Unity, esta función mide la aceleración lineal del dispositivo en el espacio tridimensional, creamos un vector en donde se guardaran los movimientos del acelerómetro en la posición X y Y (`private var dirCam : Vector3`) luego normalizamos estas posiciones (`dirCam.x=-Input.acceleration.normalized.y*100`, `dirCam.y=Input.acceleration.normalized.x * 100`), la posición en el eje Z no se tiene en cuenta debido a que esta no es necesario y al aplicarlo generaríamos un efecto no deseado sobre la escena, una vez realizado esto, se generan los movimientos en Y y luego en X sobre un determinado punto.

Para la segunda parte del proyecto se implementa el plug-in obtenido durante la investigación, permitiendo así la proyección anáglifo de la escena, se realizan pruebas básicas para verificar su funcionalidad (imagen 17) y luego se aplica en el proyecto directamente.

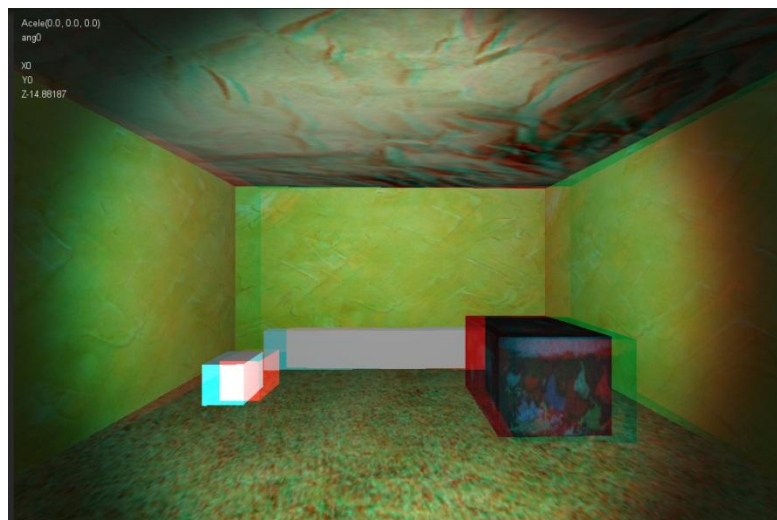


Imagen 177 Prueba Anáglifo

Se realizan unas pequeñas modificaciones en este plug-in ya que inicialmente solo es aplicable en el desarrollo de web y como es obvio por las características del proyecto es necesario que esta pueda ser aplicada en dispositivos móviles, además se realizan pequeños

cambios importantes, debido a que el plug-in permite que las imágenes se superpongan una sobre otra sin quedar alguna distancia en la componente X, lo que genera un mal funcionamiento en la aplicación al momento de percibir el efecto 3D. También se realizan cambios con respecto al manejo personalizado de este, por lo tanto el efecto se encontrara tomando valores con respecto a la disparidad entre 0.2 siendo este el valor mínimo y 0.9 siendo este el valor máximo, para así lograr que el usuario lo pueda controlar sin mayores inconvenientes. Debido a que el usuario podrá manejar a su gusto la disparidad de las cámaras se le dará un primer valor de esta en la escena en donde el efecto se visualizara con mayor facilidad.

Aprovechando los estudios y análisis realizados al sistema, en la imagen 18 se aprecia de forma detalla la geometría que el sistema esta aplicando, en donde podemos observar la distancia b existente, la distancia focal f y la posición de un punto P dado por las coordenadas (X, Y, Z) , además de la proyección de este punto en cada cámara siendo (X_l, Y_l) y (X_d, Y_d) estas proyecciones, a partir del análisis se puede determinar que las coordenadas de las componente Y son iguales es decir $Y_l = Y_d$.

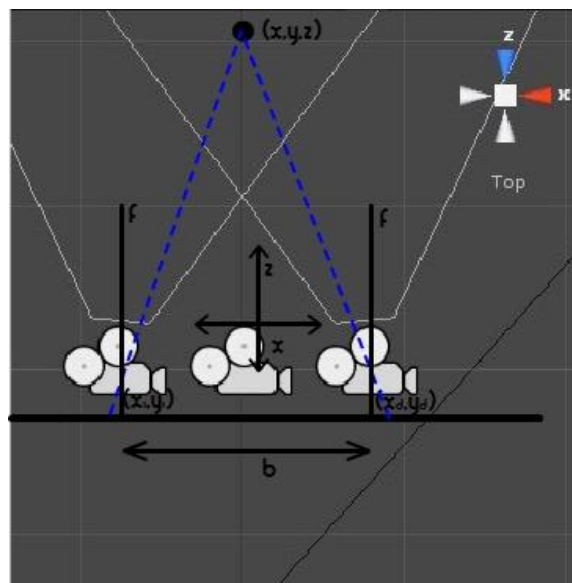


Imagen 1818 Geometría del sistema

Como se puede apreciar en la imagen 19, vemos como las proyecciones de las dos cámaras izquierda y derecha se ven reflejadas en la parte inferior y como existe una pequeña diferencia entre las imágenes que proyectan las cámaras por lo que se podría decir que la

ubicación de las cámaras tanto en su componente X como Y se encuentran ubicadas correctamente y existirá una distancia b entre las cámaras y por lo tanto una disparidad.



Imagen 19 Cámaras

Un vez realizado el análisis adecuado se implementa las formulas respectivas para hallar la distancia Z (imagen 20) en la cual estará ubicado nuestro punto.

$$\left. \begin{array}{l} O_I : \frac{\frac{b}{2} + X}{Z} = \frac{x_I}{f} \\ O_D : -\frac{\frac{b}{2} - X}{Z} = \frac{x_D}{f} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} x_I = \frac{f}{Z} \left(X + \frac{b}{2} \right) \\ x_D = \frac{f}{Z} \left(X - \frac{b}{2} \right) \end{array} \right\} \Rightarrow d = x_I - x_D = \frac{fb}{Z} \Rightarrow Z = \frac{fb}{d}$$

Imagen 190 Formulas Para la Distancia Z

De estas ecuaciones se deduce que la profundidad Z es inversamente proporcional a la disparidad de la imagen y para una profundidad dada, a mayor b mayor d.

Una vez desarrollado e implementado la técnica anáglifo y la técnica basada en el acelerómetro obtenemos tres aplicaciones que permitieron realizar pruebas preliminares, las cuales fueron: el movimiento que se genera en la cámara de la escena por medio del sensor acelerómetro, el manejo de el efecto 3D generado por la técnica anáglifo y un aplicativo

que permite la integración de estas dos técnicas generando así una mayor inmersión de usuario con la escena.

3.5. Evaluación

La evaluación realizada a la visualización estereoscópica en dispositivos móviles consistió en la implementación y análisis de una pequeña encuesta en la cual se determinaron aspectos como la precepción, limitaciones y/o cansancio que se pueden llegar a generar al utilizar la aplicación.

4. Resultados

Se realiza un documento donde se muestra el análisis y la evaluación de la visualización estereoscópica en los dispositivos móviles, esto se ejecuta por medio de la investigación y recopilación de información, además del desarrollo de una aplicación de prueba, en la cual se muestran 3 procesos diferentes del desarrollo, dos de estos se realizan con técnicas diferentes como lo es la utilización del sensor acelerómetro y la técnica anáglifo, el último se desarrollado por la combinación de las dos técnicas trabajadas(imagen 21). El funcionamiento de la aplicación se podrá ver por medio de un video adjuntado llamado “Aplicación” el cual se encuentra en la carpeta JuanRave1200759(E:)\Juan Pablo Rave Salinas-1200759/Aplicacion, además si se desea instalarla la aplicación en un dispositivo móvil con una versión de Android mayor o igual a la 2.2 Froyo, se pude descargar el archivo “Proyecto De Grado.apk” el cual se encuentra en JuanRave1200759(E:)\Juan Pablo Rave Salinas-1200759/ Proyecto De Grado.apk.

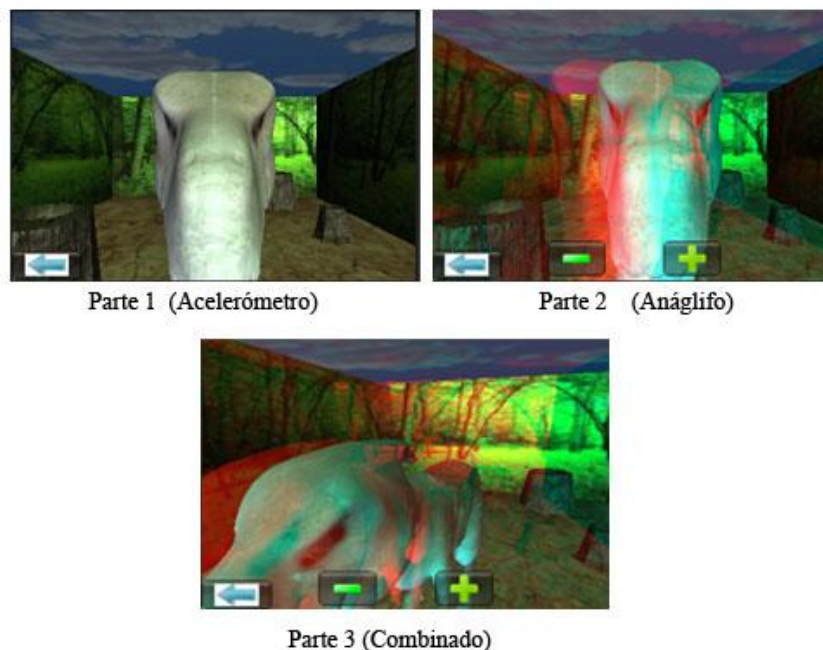
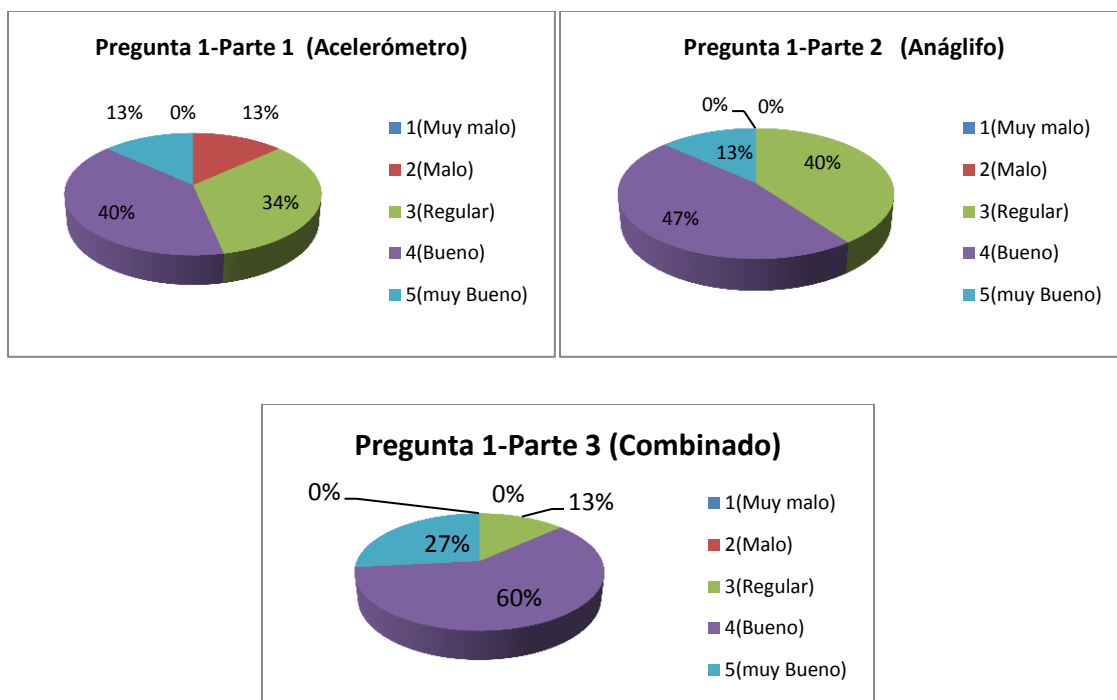


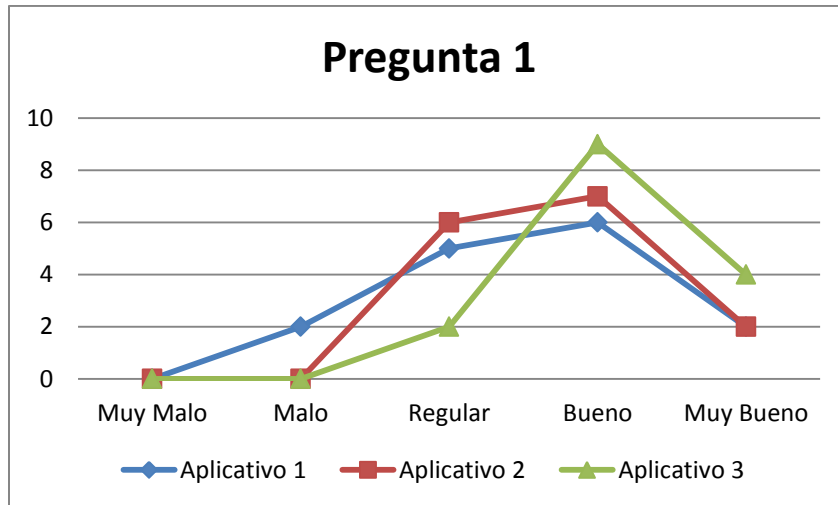
Imagen 201 Desarrollo

En esta última parte se recopilaron todos los datos obtenidos durante el desarrollo del proyecto y el aplicativo, por medio de una pequeña encuesta realizada a personas mayor de

18 años las cuales poseyeran un dispositivo Android, por medio de esta encuesta se obtuvieron datos con respecto a la precepción, limitaciones o cansancio que se pudo llegar a generar, Además se muestra que este tipo de visualización es efectiva para la implementación en dispositivos móviles y es factible aplicarla en futuros proyectos, las encuestas se pueden revisar en los anexo del documento, donde se muestran las respuesta de las personas encuestadas y también la tabulación realizada, fuera de esto a continuación se da el análisis realizado a las diferentes graficas, las cuales permiten obtener algunos resultados y conclusiones para cada pregunta. Además se realizan graficas general para las preguntas mas importantes en donde se evalúa con mayor precisión las respuestas dadas por los usuarios.

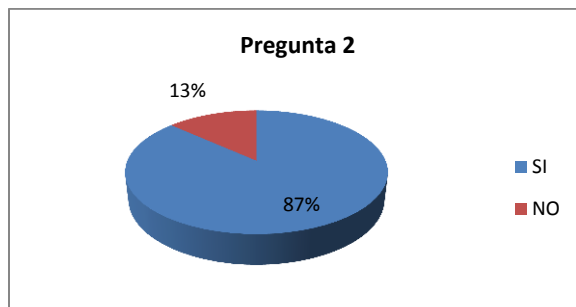
1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?





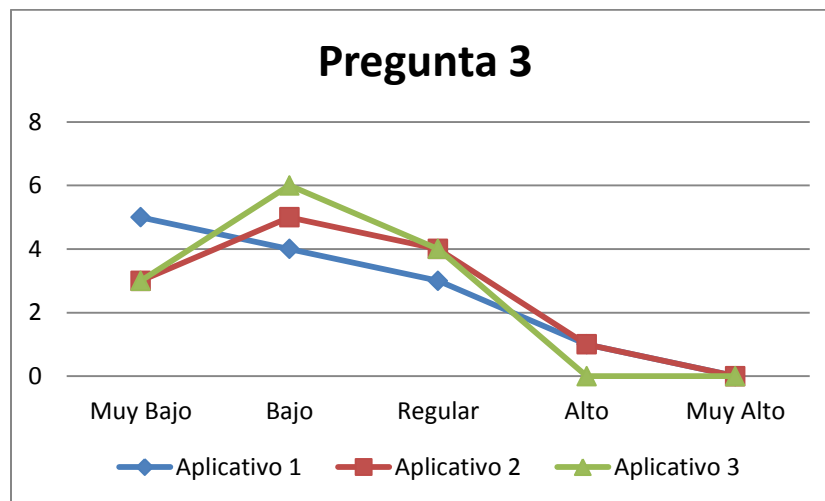
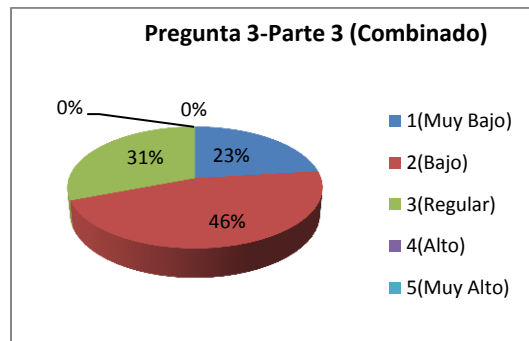
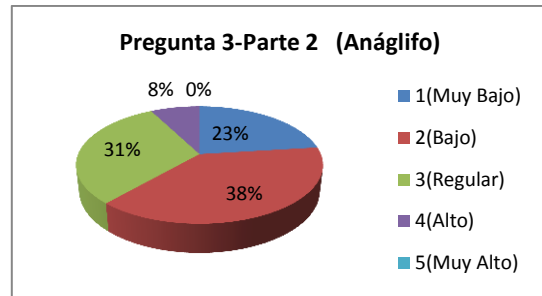
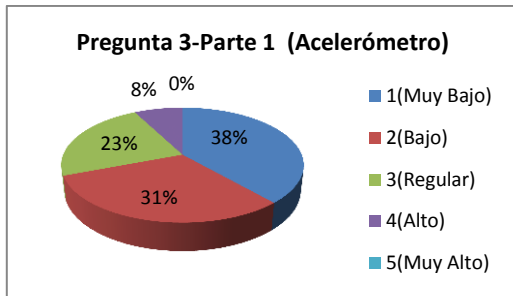
La profundidad en la escena fue percibida en las tres partes de la aplicación con éxito, la percepción del efecto estereoscópico fue aumentando una vez se implementó el método anáglifo y al combinar estas dos técnicas se obtuvo una mejor percepción, por lo tanto la profundidad mejora con la implementación y combinación las dos técnicas.

2. ¿Ha visto películas en 3D?



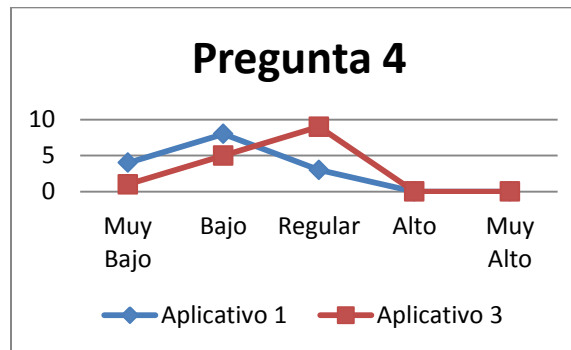
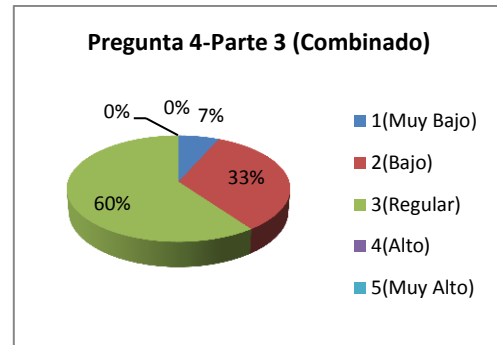
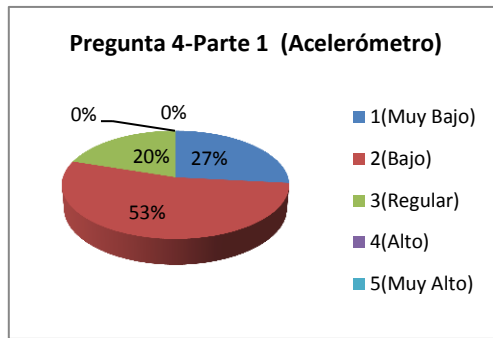
Como se puede observar gracias al auge de las nuevas tecnología y modos de entretenimiento se ha permitido que gran parte de la personas estén relacionadas indirectamente con la visión estereoscópica, lo que permite suponer que este tipo de visualización es atractivo, por lo que da un buen índice de aprobación para aplicaciones realizadas con visualización 3D.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún tipo de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?



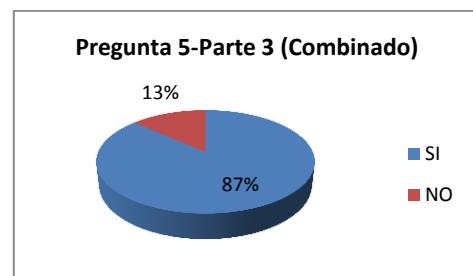
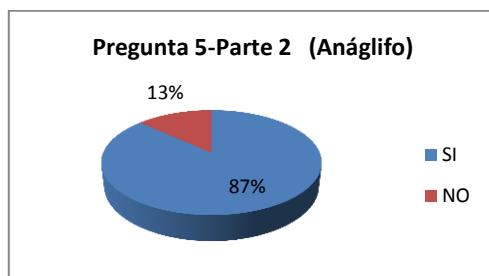
El efecto 3D se observa sin mayores problemas para cualquiera de las aplicaciones, al combinar las dos técnicas la restricción generada mejora de tal forma que mas del 40% de la población indica que la restricción percibida es realmente baja , lo que indica que sin importar la resolución de pantalla que maneje el dispositivo, el efecto 3D se podrá apreciar y lo tanto se permite aplicarlo de forma eficaz en cualquier dispositivo.

- ¿Qué grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?



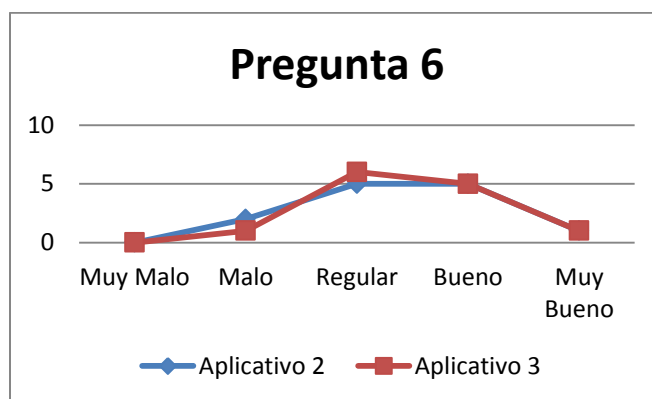
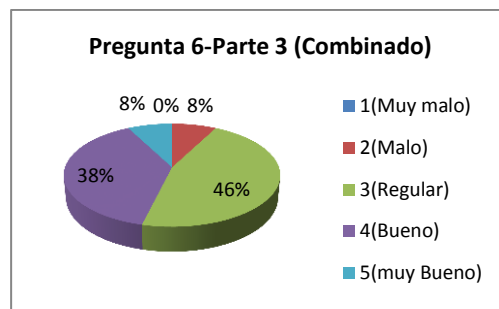
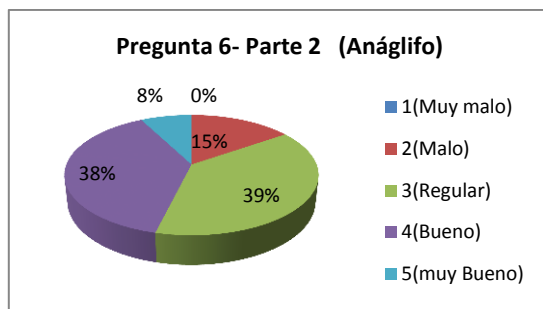
La restricción percibida durante el manejo de la aplicación fue relativa ya que para la primera aplicación el 53 % la considero bajo mientras que para la aplicación combinada la restricción fue aumentando de muy bajo a regular por lo tanto podríamos decir que al combinar las dos técnicas se podría llegar a generar un pequeño efecto adverso.

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?



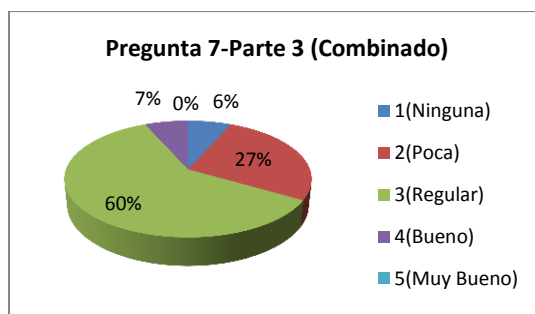
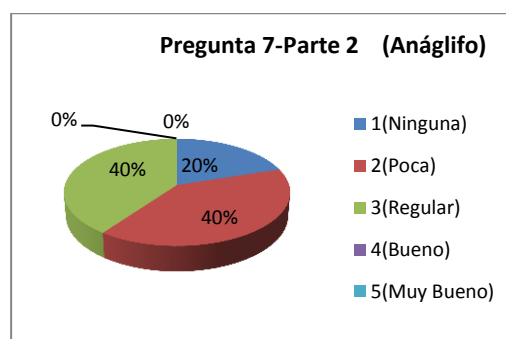
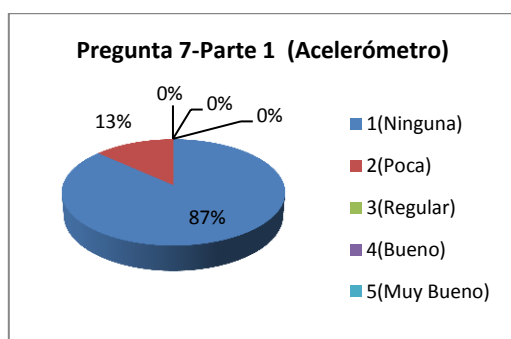
La mayoría de personas sintieron el cambio generado por el aplicativo al poder controlar manualmente el efecto anáglifo.

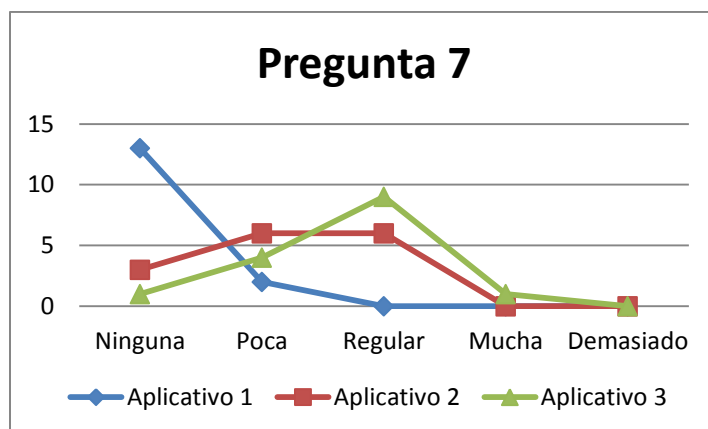
6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.



Al manipular la percepción que hubo se podría decir que esta fue regular ya que tanto en la grafica de la segunda aplicación como en la grafica de la aplicación combinada mayor porcentaje fue esta respuesta, lo que nos indica que para obtener un mejor resultado es necesario tener un mejor control sobre este o generar una aplicación en donde este efecto no se pueda manipular.

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?





El efecto generado por el acelerómetro no provoco mayor fatiga visual, mientras que para la técnica anáglifo y la combinada, se genero cierta molestia, por lo cual perdíamos considerarla como importante y realizar una mayor investigación para en un futuro evitar este tipo de inconvenientes, además podemos considerar que a una mayor percepción de la profundidad se genera una mayor fatiga visual.

La evaluación del aplicativo permitió obtener gran información sobre la percepción de la profundidad sugiriendo que al utilizar simultáneamente las dos técnicas esta aumenta y que la resolución del dispositivo no produce mayor inconveniente al momento de visualizar el efecto 3D, además se sugiere realizar un estudio mas detallado con respecto al movimiento generado por el acelerómetro y la eliminación o un mayor control sobre la disparidad de la escena, por ultimo se obtiene una pequeña fatiga visual la cual aumenta al haber una mayor percepción de la profundidad. Por lo tanto se puede decir que el desarrollo de aplicaciones con este tipo de técnicas es de gran valor y es aplicable para el desarrollo de futuras aplicación en dispositivos móviles, además se sugiere seguir indagando en técnicas anáglifos para móviles para obtener las cuales nos permitan obtener mejores resultados.

Por último y para comprobar el funcionamiento correcto del aplicativo se anexa un video donde muestra su funcionamiento

5. Conclusiones

Mediante el análisis y evaluación realizada se logra el desarrollo de una aplicación de prueba la cual es adaptable a cualquier resolución o tamaño del móvil que se esté manejando, esta permite la implementación, visualización e interacción de un método estereoscópico en combinación con el sensor acelerómetro.

Gracias al análisis de métodos, conceptos, técnicas y algoritmos de la visualización estereoscópica, se consigue obtener la información necesaria para el desarrollo del proyecto, pero se sugiere realizar un estudio mas detallado con respecto al movimiento generado por el acelerómetro, además de la eliminación o de un mayor control sobre los botones que permiten controlar la disparidad de la escena.

Con la implementación del método de visualización estereoscópico y la utilización del sensor acelerómetro, se obtuvo un mejor efecto de profundidad, generando así una mayor interactividad entre el usuario y el aplicativo, pero a su vez se generando una mayor fatiga visual.

Basados en los resultados de la evaluación del sistema de visualización estereoscópica se obtiene que la percepción, inmersión e interacción se logra adecuadamente, por lo cual se interpreta que el desarrollo de aplicaciones para móviles con este tipo de técnica es factible y bien acogido por los usuarios, por lo tanto vale la pena seguir investigando y trabajando sobre nuevas técnicas de visualización.

6. Bibliografía

- informatica-hoy*. (2010). Obtenido de <http://www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares/Pantallas-capacitivas-en-los-telefonos-celulares.php>
- Adler Francis Heed, M. R. (2004). *Fisiología del ojo: aplicación clínica*. Mosby.
- Android. (2012). *Android developer*. Obtenido de <http://developer.android.com/reference/android/hardware/SensorEvent.html>
- Arturo Baz Alonso, I. F. (2008). *Dispositivos móviles*. Ingeniería de Telecomunicación, Universidad de Oviedo.
- Arturo Baz Alonso, I. F. (2008). *Dispositivos móviles* . Universidad de Oviedo.
- Domínguez, J. D. (2006). *Detección de trastornos Visuales*.
- Fernández, J. C. (24 de 08 de 2010). *AppleWeblog*. Obtenido de AppleWeblog: <http://appleweblog.com/2010/08/ios-sdk-vs-android-sdk-i>
- Ferreruela, R. (2007). *La visión y el ojo*. apunts.
- Francisco Hernández Abad, V. H. (2002). APLICACIÓN DE LA GEOMETRÍA PROYECTIVA EN LAS CÁMARAS SINTÉTICAS. *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica* (pág. 10). Santander, España: INGEGRAF.
- Francisco Jose Perales López, M. J. (2004). *Introducción a la estereoscopia*.
- IMO, R. (2011). Cómo desarrollamos la visión estereoscópica. *Revista IMO*.
- Jauregui, L. (s.f.). *Fotogrametría Básica*. Venezuela: Universidad de los Andes-Venezuela.
- Javeriana, U. (s.f.). *Estereoscopia o Visión en 3D*. Bogota.
- Jiménez, J. G. (2000). *Visión por Computador*. Madrid: Paraninfo.
- khronos. (2012). *khronos.org*. Recuperado el 2012, de <http://www.khronos.org/opengles/>
- Maidecchi, G. (21 de 09 de 2010). *Anaglyph Construction Kit*. Obtenido de <http://blog.esimple.it/2010/09/unity3d-anaglyph-construction-kit/>
- Marcos García Lorenzo, S. B. (s.f.). *Visión estereoscópica*. Universidad Rey Juan Carlos.
- Marieb, E. N. (2008). *Anatomía y Fisiología Humana*. Pearson.
- MARTINSANZ, G. P. (2008). *Visión por computador: Imágenes y aplicaciones*. RA-MA.
- PerLuis. (12 de 2008). *Estereo Cosas*. Obtenido de <http://estereocosas.webs.com/>

Plan, V. S. (2012). *vsp.com*. Obtenido de <https://es.vsp.com/enes/sdwww-acpt/3d-technology.html>

Rodríguez, T. (14 de 02 de 2012). *genbetadev*. Obtenido de <http://www.genbetadev.com/desarrollo-web/el-crecimiento-imparable-de-las-apis-fundamentales-en-el-desarrollo-de-webs-y-aplicaciones-moviles-actualmente>

sferea. (s.f.). <http://www.sferea.mobi/>. Obtenido de <http://www.sferea.mobi/about.html>

Thinking, S. (s.f.). *Producción Audiovisual en 3D y estereoscopía*. Madrid.

7. Anexos

Anexo 1 Encuestas y tabulación: en JuanRave1200759(E:)\Juan Pablo Rave Salinas-1200759/ Encuestas

Video del aplicativo se encuentra en la carpeta JuanRave1200759(E:)\Juan Pablo Rave Salinas-1200759/Aplicación.

Aplicación para Android, se encuentra en JuanRave1200759(E:)\Juan Pablo Rave Salinas-1200759/ Proyecto De Grado.apk.

Edad: 23

Sexo: F

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)			X		

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)		X			

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

Edad: 22

Sexo: M

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si

No X

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)					
Parte 2 (Anáglifo)					
Parte 3 (Combinado)					

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

Edad: 20

Sexo: M

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto 3D de la aplicación usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

7. ¿Cómo evaluaría la generación de la aplicación?

	1(Poco)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

Edad: 25

Sexo: M

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)				X	
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)			X		

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)					X
Parte 3 (Combinado)				X	

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

Edad: 23

Sexo: femenino

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)				X	
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)					X

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)				X	

Edad: 23

Sexo: Masculino

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Buena)	5(Muy Buena)
Parte 1 (Acelerómetro)				X	
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Buena)	5(Muy Buena)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)	X				

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 3 (Combinado)	X				

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)	X				
Parte 3 (Combinado)	X				

Edad: 25

Sexo: F

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)					X
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)	X				
Parte 3 (Combinado)	X				

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	✓				
Parte 3 (Combinado)		✗			

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	✓	
Parte 3 (Combinado)	✗	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)				✗	
Parte 3 (Combinado)					✗

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	✗				
Parte 2 (Anáglifo)			✗		
Parte 3 (Combinado)			✗		

Edad: 13

Sexo: Femenino

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)					X
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)				X	
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)		X
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)					
Parte 3 (Combinado)			X		

7. ¿Que grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

Edad: 26Sexo: M

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si XNo

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)	X				
Parte 3 (Combinado)	X				

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

Edad: 20

Sexo: M

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)				X	
Parte 2 (Anáglifo)					X
Parte 3 (Combinado)					X

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)	X				

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)		X
Parte 3 (Combinado)		X

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)					
Parte 3 (Combinado)					

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)	X				
Parte 3 (Combinado)		X			

Edad: 23

Sexo: Masculino

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)				X	
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si

No X

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)					
Parte 2 (Anáglifo)					
Parte 3 (Combinado)					

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

Edad: 24

Sexo: F

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)					X

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

Edad: 24

Sexo: F

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)	X				
Parte 3 (Combinado)		X			

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)	X				
Parte 3 (Combinado)			X		

Edad: 27

Sexo: M

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)			X		
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)				X	

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)		X			

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)	X	

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)				X	
Parte 3 (Combinado)				X	

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

Edad: 18

Sexo: Femenino

Preguntas para la Evaluación del proyecto.

Es gracias a la visión estereoscópica que podemos percibir la profundidad del mundo que nos rodea, el aplicativo de prueba intentará dar esa misma percepción pero con una escena en 3D construida virtualmente. La evaluación consistirá en tres partes, la primera de estas consistirá en la aplicación usando solo el sensor acelerómetro, la segunda usando el método estereoscópico anáglifo y por último la aplicación de estas dos técnicas simultáneamente.

Evalúe de 1-5 las siguientes preguntas, siendo 1 el valor más bajo (Muy Malo) y 5 el valor máximo (Muy bueno) para cada parte de la aplicación.

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

	1 (Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 1 (Acelerómetro)				X	
Parte 2 (Anáglifo)					X
Parte 3 (Combinado)					X

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Si X

No

Si contestó Si a la pregunta 2 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 4.

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún grado de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)	X				
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

	1 (Muy bajo)	2(Bajo)	3(Regular)	4(Alto)	5(Muy Alto)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 3 (Combinado)			X		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

	SI	NO
Parte 2 (Anáglifo)	X	
Parte 3 (Combinado)		X

Si contesto Si a la pregunta 5 responda la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta número 7.

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

	1(Muy Malo)	2(Malo)	3(Regular)	4(Bueno)	5(Muy Bueno)
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)					

7. ¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

	1(Ninguna)	2(Poca)	3(Regular)	4(Mucha)	5(Demasiado)
Parte 1 (Acelerómetro)		X			
Parte 2 (Anáglifo)			X		
Parte 3 (Combinado)			X		

1. ¿Al utilizar el aplicativo de prueba logró percibir la profundidad de la escena?

Parte 1 de la evaluacion (Acelerómetro)				
Y	n	h	N	H
1(Muy malo)	0	0,00%	0	0,00%
2(Malo)	2	13,33%	2	13,33%
3(Regular)	5	33,33%	7	46,67%
4(Bueno)	6	40,00%	13	86,67%
5(muy Bueno)	2	13,33%	15	100,00%
Total:	15	100,00%		

Parte 2 de la evaluacion (Anáglifo)				
Y	n	h	N	H
1(Muy malo)	0	0,00%	0	0,00%
2(Malo)	0	0,00%	0	0,00%
3(Regular)	6	40,00%	6	40,00%
4(Bueno)	7	46,67%	13	86,67%
5(muy Bueno)	2	13,33%	15	100,00%
Total:	15	100,00%		

Parte 3 de la evaluacion (Combinado)				
Y	n	h	N	H
1(Muy malo)	0	0,00%	0	0,00%
2(Malo)	0	0,00%	0	0,00%
3(Regular)	2	13,33%	2	13,33%
4(Bueno)	9	60,00%	11	73,33%
5(muy Bueno)	4	26,67%	15	100,00%
Total:	15	100,00%		

2. ¿Ha visto películas en 3D?

Y	n	h	N	H
SI	13	86,67%	13	86,67%
NO	2	13,33%	15	100,00%
Total:	15	100,00%		

3. ¿En comparación con la resolución de la pantalla del cinema o del TV, con respecto a la pantalla del dispositivo móvil sintió algún tipo de restricción para poder visualizar con éxito el efecto 3D?

Parte 1 de la evaluacion (Acelerómetro)				
Y	n	h	N	H
1(Muy Bajo)	5	38,46%	5	38,46%
2(Bajo)	4	30,77%	9	69,23%
3(Regular)	3	23,08%	12	92,31%
4(Alto)	1	7,69%	13	100,00%
5(Muy Alto)	0	0,00%	13	100,00%
Total:	13	100,00%		

Parte 2 de la evaluacion (Anáglifo)				
Y	n	h	N	H
1(Muy Bajo)	3	23,08%	3	23,08%
2(Bajo)	5	38,46%	8	61,54%
3(Regular)	4	30,77%	12	92,31%
4(Alto)	1	7,69%	13	100,00%
5(Muy Alto)	0	0,00%	13	100,00%
Total:	13	100,00%		

Parte 3 de la evaluacion (Combinado)				
Y	n	h	N	H
1(Muy Bajo)	3	23,08%	3	23,08%
2(Bajo)	6	46,15%	9	69,23%
3(Regular)	4	30,77%	13	100,00%
4(Alto)	0	0,00%	13	100,00%
5(Muy Alto)	0	0,00%	13	100,00%
Total:	13	100,00%		

4. ¿Que grado de restricción percibió con respecto al movimiento generado por el celular para el manejo de la cámara en la escena?

Parte 1 de la evaluacion (Acelerómetro)				
Y	n	h	N	H
1(Muy Bajo)	4	26,67%	4	0,00%
2(Bajo)	8	53,33%	12	53,33%
3(Regular)	3	20,00%	15	73,33%
4(Alto)	0	0,00%	15	73,33%
5(Muy Alto)	0	0,00%	15	73,33%
Total:	15	100,00%		

Parte 3 de la evaluacion (Combinado)				
Y	n	h	N	H
1(Muy Bajo)	1	6,67%	1	0,00%
2(Bajo)	5	33,33%	6	33,33%
3(Regular)	9	60,00%	15	93,33%
4(Alto)	0	0,00%	15	93,33%
5(Muy Alto)	0	0,00%	15	93,33%
Total:	15	100,00%		

5. ¿Sintió algún tipo de cambio al poder manipular el efecto 3D de la aplicación manualmente?

Parte 2 de la evaluacion (Anáglifo)				
Y	n	h	N	H
SI	13	86,67%	13	86,67%
NO	2	13,33%	15	100,00%
Total:	15		1	

Parte 3 de la evaluacion (Combinado)				
Y	n	h	N	H
SI	13	86,67%	13	86,67%
NO	2	13,33%	15	100,00%
Total:	15		1	

6. Cómo evaluaría el tipo de cambio o la percepción si lo hubo, al poder manipular el efecto anáglifo usted mismo.

Parte 2 de la evaluacion (Anáglifo)				
Y	n	h	N	H
1(Muy malo)	0	0,00%	0	0,00%
2(Malo)	2	15,38%	2	15,38%
3(Regular)	5	38,46%	7	53,85%
4(Bueno)	5	38,46%	12	92,31%
5(muy Bueno)	1	7,69%	13	100,00%
Total:	13	100,00%		

Parte 3 de la evaluacion (Combinado)				
Y	n	h	N	H
1(Muy malo)	0	0,00%	0	0,00%
2(Malo)	1	7,69%	1	7,69%
3(Regular)	6	46,15%	7	53,85%
4(Bueno)	5	38,46%	12	92,31%
5(muy Bueno)	1	7,69%	13	100,00%
Total:	13	100,00%		

7.¿Qué grado de fatiga visual le generó la aplicación?

Parte 1 de la evaluacion (Acelerómetro)				
Y	n	h	N	H
1(Ninguna)	13	86,67%	13	86,67%
2(Poca)	2	13,33%	15	100,00%
3(Regular)	0	0,00%	15	100,00%
4(Bueno)	0	0,00%	15	100,00%
5(Muy Bueno)	0	0,00%	15	100,00%
Total:	15	100,00%		

Parte 2 de la evaluacion (Anáglifo)				
Y	n	h	N	H
1(Ninguna)	3	20,00%	3	20,00%
2(Poca)	6	40,00%	9	60,00%
3(Regular)	6	40,00%	15	100,00%
4(Bueno)	0	0,00%	15	100,00%
5(Muy Bueno)	0	0,00%	15	100,00%
Total:	15	100,00%		

Parte 3 de la evaluacion (Combinado)				
Y	n	h	N	H
1(Ninguna)	1	6,67%	1	6,67%
2(Poca)	4	26,67%	5	33,33%
3(Regular)	9	60,00%	14	93,33%
4(Bueno)	1	6,67%	15	100,00%
5(Muy Bueno)	0	0,00%	15	100,00%
Total:	15	100,00%		

